Sitzungsberichte
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
Stiftung Heinrich Lanz
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse
Abteilung B. Biologische Wissenschaften
Jahrgang 1919. 5. Abhandlung

MEDICAL LIBRARY
NOV 26 1957

Die Anwendung der Stereoskopie bei der Darstellung anatomischer und chirurgischer Objekte

Von

L. DRÜNER
Quierschied (Saarbrücken).

Mit 26 Textfiguren

Eingegangen am 25. August 1919

Vorgelegt von H. BRAUS

Heidelberg 1919
Carl Winters Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 1519

Die Anatomie und Physiologie des menschlichen Körpers bleiben die Grundlagen auch für den praktisch tätigen Arzt. Er kann die dauernde Fühlung mit ihnen nicht entbehren, ebenso wie aus der Behandlung der Krankheiten immer neue Fragen entstehen, immer neue Anregungen für die theoretischen Wissenschaften erwachsen. Die Abhängigkeit von einander ist eine gegenseitige. Oft sind es weite Umwege, die doch immer wieder dem gleichen Ziele zustreben, das als vornehmstes allen gilt: dem kranken Menschen zu helfen, wenn es nicht gelang ihn vor Krankheit zu bewahren.

Dem Chirurgen liegt die Anatomie näher, ist ihm täglich notwendiger. Daraus sind Studien hervorgegangen, welche in enger Fühlung mit der praktischen Aufgabe des Tages standen. Ihr Wert ist zunächst ein rein persönlicher, für den welcher sie anstellte. Die Methoden aber, welche ich bei ihnen anwenden lernte, haben mancherlei besonderes und können auch anderen von Vorteil sein, welche bei dem gleichen Bedürfnis auf die gleichen Schwierigkeiten stoßen. Dem Optiker und Photographen werden diese Ausführungen nichts wesentlich Neues bieten, vielleicht aber auch ihn erst mit den Anforderungen bekannt machen, welche die praktische Arbeit stellte, und aus der Art ihrer Lösung ihm die Anregung bringen, ein gleich einfaches und vielseitig anwendbares Instrumentarium in eine bessere und einheitlichere Form zu bringen.

I. Das Material.

Dem Chirurgen bleibt die Arbeit an der Leiche nicht erspart. Seine Neigung, die Berührung mit Ansteckungsstoffen zu vermeiden, mag noch so groß sein, das Bedürfnis, die Leiche dazu auszunutzen, um an ihr zu lernen und zu versuchen, wird wenigstens zeitweise immer wieder überwiegen, auch wenn der akademische Unterricht in den Operationskursen nicht den unmittelbaren Zwang ausübt, und er wird zu Vorsichtsmaßregeln greifen müssen, welche ihn in der einen oder anderen Richtung beschränken.

Aber auch dann behält die Arbeit an der Leiche für ihn Schwierigkeiten genug. Bald ist es die örtliche Entfernung des anatomischen Institutes oder des Leichenhauses, bald die von der eigentlichen Berufsarbeit bleibende zu kurze Spanne Zeit, oft auch das Fehlen des Hilfspersonals, was es verhindert, eine Leiche auszunützen. Und wenn alle diese Dinge passen, fehlt es wieder an dem nötigen Material. Anatomische Arbeiten erfordern nun einmal Zeit und Muße, um so mehr, je weniger sie sich an bestimmte ausgetretene Wege halten, neuen Fragen nachgehen.

Ausgenommen unter ganz besonders günstigen Nebenumständen, wie am Orte einer Universität, wird daher die anatomische Arbeit an erwachsenen Leichen meist scheitern oder doch sich in engen Grenzen halten müssen.

Anders aber ist es mit der Arbeit an Feten. Solche stehen dem Arzte meist in größerer Zahl zur Verfügung, oder er kann sie leicht von anderen erlangen, wenn er nicht selbst als Geburtshelfer tätig ist. Namentlich an solchen vom 4. bis 7. Monat fehlt es — leider — nie. Daß er gerade in diesen ein ausgezeichnetes Material für topographisch anatomische Studien zur Hand hat, ist nur wenigen bekannt und wird kaum von einem ausgenützt. Zwar sind die anatomischen Verhältnisse zum Teil noch andere wie beim Erwachsenen und beim ausgetragenen Kinde. Aber alle, die hierfür in Betracht kommenden Körperteile, wie das Herz, das Ohr usw. sind für topographisch anatomische Studien des Chirurgen viel weniger wichtig. Der welcher sie vornimmt, wird auch hier außer der Fülle wichtiger und interessanter embryologischer Tatsachen eine reiche topographisch anatomische Ausbeute mitbringen, auch wenn er ohne die ausgetragene und erwachsene Leiche nicht ganz auskommt. Aber in den meisten Körpergegenden ist vom 4. Monat an der Fetus schon fertig oder im wesentlichen liegt doch alles ebenso wie beim Erwachsenen.

Ob für den gewollten Zweck ein Fet des 4., 5., 6. oder 7. Monats sich besser eignet, ist in erster Linie eine technische Frage. Für Nervenpräparate ist der 4. bis 5. Monat in mancher Richtung vorzuziehen. Bänder, Fascien, Venen und die Organe des Lymphgefäßsystems kommen besser bei Feten im 6. oder 7. Monat heraus. Auch dabei gibt es wissenswerte Einzelheiten, in erster Linie für den Anatomen und Embryologen. Hier kommt es aber auf das an, was der Chirurg braucht, und das sind nicht die Unterschiede, sondern das, was mit den fertigen Verhältnissen übereinstimmt

und woraus er für diese unmittelbar lernen kann. Fast alles, wenn man von der abweichenden Beschaffenheit der Gewebe absieht!

Und gerade diese ist für die meisten anatomischen Studien von großem Vorteil.

Denn das Bindegewebe ist so zart und durchsichtig, daß alle, auch die feinsten Nerven- und Gefäßstämme, durchschimmern, ja auf weite Strecken zu verfolgen sind, bevor sie ganz freigelegt wurden. Die Entfernung des Bindegewebes gelingt dadurch, daß seine Festigkeit noch hinter der des feinsten Nervenästchens zurückbleibt, so schonend, daß man auch ohne Injektion die feinsten Nerven- und Gefäßpräparate herstellen kann, und zwar in kurzer Zeit, bei einiger Übung vielleicht 10mal so schnell, wie beim Erwachsenen bei vollendeter Fertigkeit. Allerdings müssen diese Feten in gut erhaltenem Zustande sein.

Das Schönste erreicht man durch Injektion oder, besser gesagt, Ausspülung des gesamten Gefäßsystems vom Herzen aus. Braus und ich haben diese Methode 1894 bei Haifischen angewandt[1], ich habe sie dann bei Amphibien und menschlichen Feten viel gebraucht.

Man eröffnet den Herzbeutel und bindet in den Aortenbogen oder die Arteria pulmonalis eine Kanüle ein. Gleichzeitig eröffnet man mehrere Körpervenen. Man spült das ganze Gefäßsystem zunächst mit 0,8% Kochsalzlösung von Blut möglichst leer, erweitert es durch den Druck und ödematisiert das ganze Bindegewebe. Dann kommt die Konservierungsflüssigkeit. Ich habe früher mit Vorliebe dazu Sublimatessigsäure (aa 5%) verwandt. Nach beendeter Ausspülung mit der Konservierungsflüssigkeit wird diese entweder durch nochmalige Ausspülung mit Kochsalzlösung wieder verdrängt, oder man läßt gleich jetzt Alkohol in steigender Konzentration einlaufen. Damit ist vorzügliches zu erreichen, namentlich in bezug auf die feinsten Verzweigungen der Nerven[2]. Auch für die Feten von Menschen gilt das in gleichem Maße.

Der Erfolg dieser Konservierung durch Injektion des Gefäßsystems ist ein hervorragender. Jeder Gewebsteil, ob an der Oberfläche oder in der Tiefe oder dem Knochenmark, ist vollendet auch für die feinste histologische Untersuchung fixiert und bleibt in diesem Zustande, wenn das Präparat nun im 70%-Alkohol ver-

[1] Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 1894.

[2] Studien über die Zungenbein-, Kiemenbogen- und Kehlkopfmuskeln der Urodelen. I. und II. Teil. Zool. Jahrbuch 1901 und 1904.

wahrt wird. Nimmt man nach Jahren bei der Präparation irgend ein Gewebsstückchen heraus zur mikroskopischen Untersuchung in Schnittserien, so hat man immer das gleiche vollendet gute Bild. Dem entspricht auch die Beschaffenheit für die Präparation.

Aber unbedingt notwendig ist diese etwas mühsame Behandlung für topographisch anatomische Studien allein nicht. Feten, welche in Alkohol oder Formol eingelegt sind, nachdem ihnen die Bauchhöhle eröffnet wurde, sind auch ausgezeichnet, ja für manche Lageverhältnisse besser geeignet.

Die Feten waren für mich fast ausschließlich das Material für die sorgsame, langsam fortschreitende anatomische Präparation. Erst wenn die topographische Anatomie der Gegend, auf welche es bei einer neuen Operation ankam, vollkommen sicher beherrscht wurde, von allen Seiten durchgearbeitet war, kann auch in kurzer Zeit die Arbeit an der erwachsenen Leiche, fast ausschließlich an der ganz frischen, vorgenommen werden. Die veränderten Größenverhältnisse springen von selbst ins Auge. Nur am Arm und Bein gibt es mancherlei praktisch wichtige Unterschiede im Aussehen der Sehnen und Bänder, welche des Studiums bedürfen. Dazu dienten die amputierten in Formol und Alkohol konservierten Glieder. An der frischen Leiche kommt es auf schnelles Arbeiten an. Die Sicherheit und Vollständigkeit der örtlichen Orientierung, welche durch langsame Arbeit an den Feten erworben wurde, gestattet es nun auch bei der erwachsenen Leiche sich schnell selbst über Feinheiten zurechtzufinden. Erst wenn dies gelingt, ist man für die Ausführung der geplanten Operation reif.

II. Die Herstellung der Präparate[1].

Die Zergliederung der Feten vollzieht sich in Präparierkästen aus verzinktem Eisenblech unter 70%igem Alkohol bei erheblicher Vergrößerung mit Hilfe des Präpariermikroskops.

---

[1] Etwa 20 Prozent aller Erwachsenen kann nicht oder nur sehr unvollkommen stereoskopisch sehen; diese Fähigkeit ist natürlich Voraussetzung dafür, daß die beschriebenen Methoden ihm Nutzen bringen, ja für ihn ausführbar sind.

Am schnellsten kann es sich an nebenstehender Probe hierüber unterrichten (Fig. A).

1. Die Präparierkästen.

Ihre Größe richtet sich nach der des Gegenstandes. Die Einrichtung ist im übrigen die gleiche. Die kleinste Form mißt: 4,5 : 4,5: 3 ccm. An der Innenseite zweier gegenüberliegender Seitenwände des viereckigen Blechkastens sind kleine 2 cm breite Blechleisten in der Höhe von 5 mm vom Boden angelötet. Diese dienen dazu, den Bodenbelag von schwarzem Wachs, welcher etwa 7 mm dick ist, zu halten.

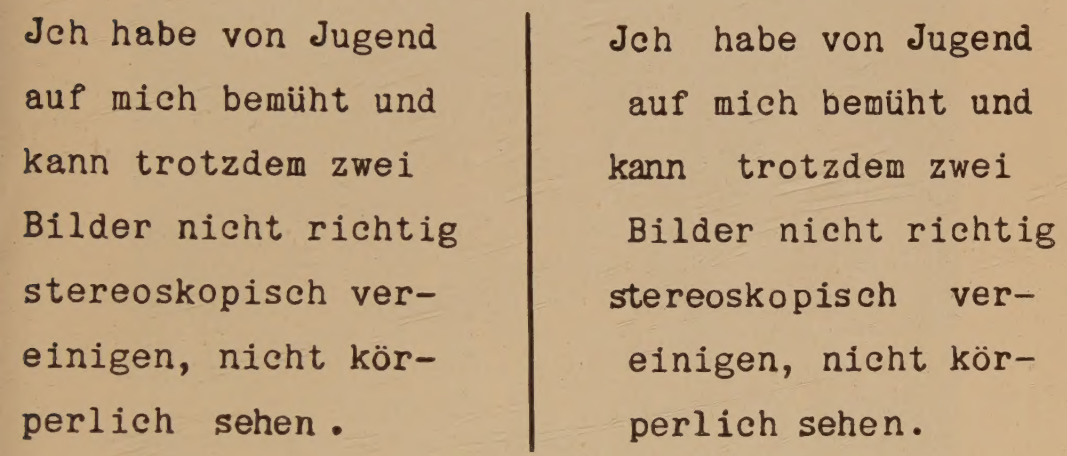

Fig. A.

Die größeren Formen unterscheiden sich nur durch ihre längliche Gestalt und den schrägen Abfall der Seitenwände. Dies ist für die Befestigung des Gegenstandes und die Sparung von Alkohol gleich wichtig. Der Bodenbelag mit schwarzem Wachs muß bei den größeren Formen natürlich dicker sein, bis zu 3 cm. Zum Schutz vor Staub und gegen das Verdunsten des Alkohols werden die Kästen in der Zwischenzeit mit gut verschließenden Blechdeckeln zugedeckt.

Die Maße der verwandten Kästen sind:

Länge	zu Breite	zu Tiefe
4,5	4,5	3,0 cm
10,0	10,0	3,0 cm
10,0	10,0	7,0 cm
25,5	10,0	3,0 cm
32,0	12,0	7,0 cm
47,8	17,0	10,0 cm
52,5	22,5	14,0 cm

2. Das Präpariermikroskop (Zeiß)[1]. (Abb. 1.)

Es besteht aus einem doppelten Tubus, mit aufrechtem Bilde, an welchem 5 Doppelobjektive, f = 55 mm, a^0, a^2, a^3 und Pl mit Schlitten ausgewechselt werden können. Mit den am meisten gebrauchten Oculare 1 und 2 geben diese Objektive F = 55 mm a^0, a^2 und Pl folgende Vergrößerungen:

TABELLE A.

	F = 55	a^0	a^2	Pl
Oc. 1	8	14	20	37
Oc. 2	9	15	23	42

Am meisten verwandt wird für die Präparation menschlicher Feten das Objektivpaar f = 55 mm.

Es hat ein helles Bild und so viel Tiefenschärfe, daß sich mit ihm bei weitem am besten arbeitet, wenn die Vergrößerung ausreicht. Selten kommt man bei topographisch anatomischen Arbeiten in die Lage, die vorzüglichen Objektive a^0 und a^2 anwenden zu müssen. Ihr Gebrauch erfordert sehr viel mehr Übung. a^0 ist sehr lichtstark, hat aber nur geringe Tiefenschärfe, was bei verminderter Akkomodationsbreite des Untersuchers störend wirkt. In der Jugend fällt dieser Nachteil weniger ins Gewicht.

a^2 ist zwar hierin weniger empfindlich, verliert infolge der starken Vergrößerung aber an Helligkeit des Gesichtsfeldes und bedarf daher sehr hellen Tageslichtes oder besonderer Hilfsmittel bei künstlicher Lichtquelle.

Die Doppellinse Pl kommt für die Herstellung von topographisch-anatomischen Präparaten nicht in Betracht, sondern ist nur für embryologische Arbeiten von Bedeutung.

Das Präpariermikroskop gibt das stereoskopische, aufrechte Bild. Dieses Bild ist von wunderbarer Klarheit und durch seine körperliche Wirkung erst eigentlich brauchbar für die feinen Arbeiten, denen es dienen soll. Es wird von einem Stativ mit doppeltem Zahn und Trieb getragen. Dadurch kann es in jede Stellung im Raume eingestellt und in dieser fixiert werden. Es kann sowohl als Horizontalmikroskop zur Beobachtung in Aquarien oder als Korneal- oder Hautmikroskop wie bei senkrechter oder schräger Stellung beim Präparieren verwandt werden. Das Stativ ist zum

[1] Zeiss, Jena, Mikroskope und mikr. Hilfsapparate, 1912—1913, Micro 189.

Präparieren größerer Objekte nur in der großen Ausführung oder in vereinfachterer Form so wie es das Photogramm an der linken Hand wiedergibt, zu brauchen. Diese letztere Form (Abbildung 1 rechts) ist in mancher Richtung handlicher, wird aber nicht mehr fabrikmäßig hergestellt. Sie hat nur einen Zahn und Trieb am Tubus selbst für die Bewegung in der Richtung des Winkelhalbierenden der beiden optischen Achsen des Doppeltubus.

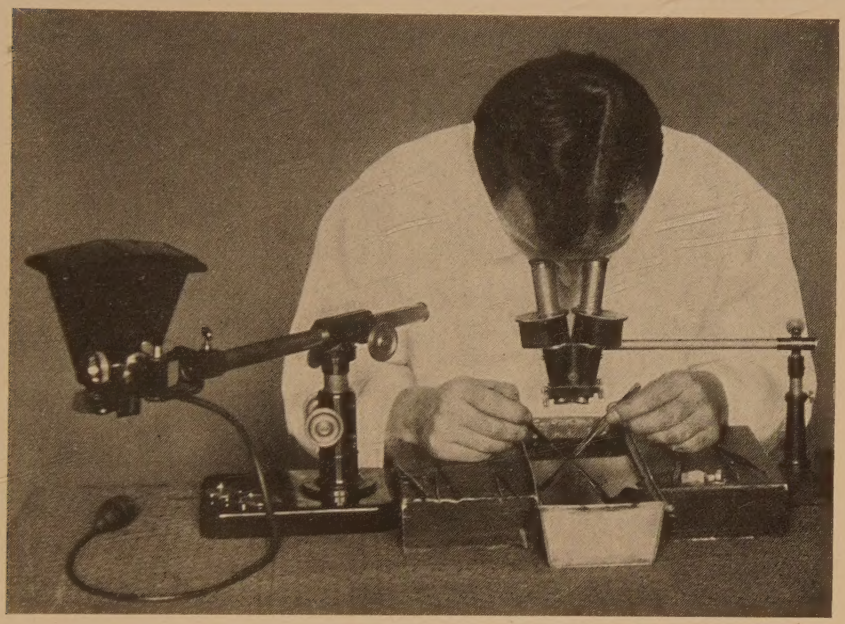

Fig. 1.

Das große Stativ X B, hat den Vorteil, daß sich an ihm die zu dem Doppelmikroskop gehörige photographische Kamera an Stelle des abnehmbaren Tubus ansetzen läßt (Fig. 1 links).

In bezug auf die genauere Beschreibung verweise ich auf den Katalog von Karl Zeiss-Jena und meine mit H. Braus gemeinsamen Arbeiten über das Präpariermikroskop.

Braus, H. und Drüner, L. Über ein neues Präpariermikroskop und über eine Methode größere Tiere in toto histologisch zu konservieren. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft Bd. 29 (N.T. Bd. XXII). 1895. Seite 434–442 mit 3 Figuren.

L. Drüner und H. Braus. Das binoculare Präparier- und Horizontalmikroskop. Zschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie und mikroskopische Technik Bd. XIV. 1897. Seite 5–10.

3. Die Instrumente für die Hand.

Man braucht mehrere feinste Pinzetten, von möglichst langer Form, wie sie in der zahnärztlichen Praxis benutzt werden. Die Zange ist aber bei den im Handel käuflichen Pinzetten selten fein genug für die Arbeit bei Vergrößerung. Es ist meist notwendig, sie sich selbst zurechtzuschleifen. Außerdem bedarf man mehrerer feinster Messerchen und Präpariernadeln, wie man sie als Augeninstrumente fertig bekommt, auch eine feine Schere. Am bequemsten hat man alles in einem Besteck für Augenoperationen zusammen.

Aber nur der wird gut damit auskommen, der sich seine feinen Instrumente auch selbst scharf und in gutem Stande zu halten weiß.

Endlich braucht man noch Stecknadeln aller Größen, namentlich solche mit großem Glaskopf und Häkchen, welche man sich selbst aus Stecknadeln biegen kann. Besser sind solche aus Aluminiumdraht oder -blech, weil dieses Metall nicht vom wasserhaltigen Alkohol angegriffen wird. Nach tagelangem Liegen machen die Häkchen aus Stecknadeln leicht Rost- oder andere Flecken. Für die Injektion zieht man sich selbst feine Glaskanülen mit Olive und schräger Öffnung.

Die Gummischläuche und Flaschen mit Auslauf müssen natürlich dazu passen.

4. Die Beleuchtung.

Für die Arbeit mit $f = 55$ mm und a^0 ist das helle Tageslicht die beste Lichtquelle.

Für a^2 reicht es kaum aus. Vorzüglich dafür ist Sonnenlicht. Andernfalls braucht man eine künstliche Lichtquelle.

Als solche eignet sich der Auerbrenner oder die elektrische Metallfadenbirne. Bei beiden künstlichen Lichtquellen bedarf es der Strahlenvereinigung in dem Gesichtsfelde durch Linsen oder Prismen.

Bei senkrecht stehender Lichtquelle, wie dem Auerbrenner benutzte ich ein 8 cm breites dreiseitiges Prisma mit 2 konvexen Flächen und einer ebenen Seite mit einer Brennweite von 6 cm. Die aus ihm austretenden parallelen Lichtstrahlen werden durch eine — bei schwächerer Vergrößerung — oder durch zwei Sammellinsen auf der Stelle des Präparates so vereinigt, daß das reelle

Bild etwas über ihm liegt. Die Beleuchtung wird dadurch eine gleichmäßige, während man sonst die Maschen des Glühstrumpfes oder die Fäden des Glühlichtes sieht.

Vorzüglich geeignet, auch für photographische Zwecke, ist das Azethylengaslicht und namentlich die Nernstlampe, diese besonders in der Form, wie sie vom Zeißwerk für die Dunkelfeldbeleuchtung geliefert wird.

Fig. 2.

Im praktischen Gebrauch beim Präparieren wird aber jede andere künstliche Lichtquelle übertroffen von einer einfachen Metallfadenlampe von etwa 50 Kerzen Stärke, in einer Hülse, welche sie den Augen verdeckt, ganz so wie sie am Flügel beim Klavierspiel gebraucht wird. Das Stativ muß leicht und sicher verstellbar sein. Die Anordnung zeigt am besten Figur 2.

III. Die Wiedergabe des Präparates.

Ohne die mit der Präparation gleichen Schritt haltende bildliche Wiedergabe bleibt jene halbe Arbeit! Nichts schult den Blick und die Auffassung so, wie der Zwang der zeichnerischen Darstellung. Sie prägt auch besser als alles andere das Bild dem Gedächtnis ein. Durchführbar ist dies aber nur für den, welcher genug Zeit und geübtes Talent hat. Wo das anatomische Studium

Mittel zum Zweck bleibt, wird es kaum je auf diesem Wege zu vollständigen Leistungen kommen können, weil die Zeit dazu fehlt.

Ich habe mich daher an die photographische Wiedergabe gewöhnt und die Technik derselben so ausgebildet, daß sie mir schneller unvergleichlich viel besseres leistet als die Zeichnung, welche nur da nicht zu entbehren ist, wo die Art des Präparates die photographische Wiedergabe unmöglich macht.

Erreichbar wurde mir dies allein durch die Verwendung des Stereogramms.

1. Die stereoskopische Aufnahme anatomischer Objekte.

a) Die zu dem Präpariermikroskop gehörige stereoskopische Kamera[1].

Sie hat an ihrem unteren verjüngten Ende einen Schlittenapparat für den Ansatz der Doppelobjektive des binokularen Tubus. Dementsprechend bilden die beiden Plattenebenen den Komplementärwinkel zu dem der optischen Achsen.

Diese trifft die Bildfläche in ihrer Mitte senkrecht.

Seit meiner oben angeführten ersten Beschreibung hat die Kamera einige Verbesserungen erfahren. Die beiden gesonderten Kassetten für das Format 6×9 sind durch eine einzige bequemer zu handhabende Kassette für zwei Platten 6×6 ersetzt worden. Die Kamera hat einen Zeit- und Momentverschluß mit Gummiball-Auslöser erhalten.

Braus fügte einen Suchertubus der einen Seite der Kamera an, welcher es erlaubt, für Momentaufnahmen die Stelle unter der Beobachtung mit einem Auge einzustellen, welche abgebildet werden soll. Er ist für die Aufnahme lebender, sich bewegender Objekte unentbehrlich, und eine wichtige Verbesserung! Für die Darstellung anatomischer Präparate ist er überflüssig.

Die mit besonderem Zahn und Trieb versehene Kamera kann an dem Stativ so ausgewechselt werden, daß ohne Verstellung des großen Stativs die Kamera nach dem Wechsel die gleiche Stelle wiedergibt, welche vorher mit dem Doppeltubus gesehen wurde, nur ohne die durch Okularvergrößerung bedingte Beschränkung der Bildflächen. Diese welche anfangs durch runde Blenden von 5 cm Durchmesser vor der Plattenebene begrenzt waren, sind jetzt insofern geändert, als die Blenden fortgelassen wurden. Die Folge

[1] L. Drüner, Über Mikrosteroskopie und eine neue vergrößernde Stereoskopkamera. Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. XVII. 1900 und Zeiss-Katalog über mikrophot. Apparate. (Fortsetzung der Anmerkung s. S. 61.)

ist, daß jetzt die Platten bis zum Rande ausgenutzt werden und daß das Bild ein viereckiges ist, wenigstens bei dem Objektiv f=55 mm. Bei a^0 werden an den vier Plattenecken kleine Abschnitte nicht belichtet, ein Umstand welcher wenig auffällt. Die Objektive a^2 und Pl geben runde Bilder, mit nicht scharfer Begrenzung, welche die Plattenfläche von 6×6 nicht ausfüllen, sondern etwa 5 cm Durchmesser haben.

Diese Bilder müssen bei der Kopierung mit scharfem Rande versehen werden, wenn man den praktisch bedeutungslosen Mangel nicht in Kauf nehmen will.

Für die photographische Aufnahme ist die Verwendung von Objektivblenden notwendig. Ich verwandte solche von 4, 2 und 1 mm Durchmesser. Sie werden den Objektiven aufgesteckt. Das etwas mühsame Verfahren ließ sich durch eine handlichere Einrichtung bisher nicht ersetzen.

TABELLE B.

Objektiv		55 mm	a^0	a^2	Pl
Vergrößerung		1,7	2,9	4,1	7,0
Bildfeld		32 mm	19 mm	12,5 mm	7,2 mm
Öffnung	volle	1:15	1:16	1:27	1:32
	4 mm	1:37,5	1:45	1:50	1:55
	2 mm	1:75	1:90	1:100	1:110
	1 mm	1:150	1:180	1:200	1:220

Die Werte für die Öffnung sind abgerundet und können keinen Anspruch auf große Genauigkeit machen. Sie sind mit unvollkommenen Mitteln gemessen. Die Werte reichen aber für den praktischen Gebrauch und sind hier unentbehrlich. Für die Belichtungszeit ergibt sich aus diesen Zahlen und aus der Erfahrung folgendes:

Am besten stellt man die Lichtstärke des Tageslichtes mit einem Helligkeitsmesser fest. Ich benutze dafür das EFWE-Expometer Modell II 1914.

Nach Bestimmung der Zeit mit dem Sekundenzeiger der Taschenuhr stellt man die gefundene Sekundenzahl auf „Norm" ein und sucht nun die Belichtungsdauer für die angewandte Blendenöffnung.

Bei Objektiv f=55 mm und 1 mm Blende muß man die bei Blende 18 des EFWE-Expometers gefundene Belichtungsdauer mit 64 multiplizieren, also soviel Minuten exponieren, als dieses Sekunden für Blende 18 angibt. Bei Blende 2 mm oder 4 mm braucht man nur den 4. bezw. 16. Teil davon.

Bei Objektiv a^0 verfährt man ebenso mit der Blende 25 des Expometers.

Bei Objektiv a^2 tritt an Stelle von 18 (bei f=55 mm) die Blende 36.

Bei dem Objektiv Pl endlich benutzt man Blende 50 des EFWE-Expometers.

Natürlich gehört außerdem zur Bestimmung der richtigen Belichtungszeit die Schätzung der Helligkeit des Objektes. Ein dunkles Objekt mit tiefen Schatten, braunroten Stellen usw. braucht eine längere Belichtung als ein solches mit weißen Flächen. Diese für jeden Photographen selbstverständlichen Dinge, deren richtige Schätzung nur durch Erfahrung erlernt werden kann, erwähne ich daher nur kurz. Die Einstellung der Bildschärfe, erst auf der rechten Mattglasscheibe mit bloßem Auge, dann mit der Lupe auf der Glasscheibe mit eingeritztem Kreuz, muß ohne Blenden vorgenommen werden. Dann wird das Objektivpaar abgenommen, mit den zu dem Objektiv passenden Blenden versehen und wieder in den Schlitten geschoben. Ohne Blenden kann man mit Objektiv f = 55 mm und a^0 vorzügliche Momentaufnahmen auch bei diffusem Tageslicht machen. Mit Blenden geht dies nur bei direktem Sonnenlicht und unter Zuhilfenahme von Sammellinsen und Kühlkammern.

Die Kamera läßt sich auch für Farbenplatten verwenden. Hierfür werden vor die Platten Gelbscheiben eingelegt. Solche Aufnahmen, z. B. von frischen Wurmfortsätzen, sind wunderbar! Für den hier in erster Linie stehenden Zweck ist die notwendige Zuhilfenahme der Farben aber nicht so leichten Kaufes zu haben, wie die weitere Darstellung ergeben wird.

Bei weitem am besten für alle Aufnahmen ist das helle diffuse Tageslicht möglichst nahe an einem hohen, breiten Fenster. Man braucht dann keinerlei Hilfsvorrichtung für die Aufhebung der Schatten usw.

Anders ist es beim Sonnenlicht und bei der Verwendung künstlicher Lichtquellen.

Das Sonnenlicht ist nur für Momentaufnahmen zu empfehlen. Ja meist ist noch die Verbindung mit einer Linse oder einem System notwendig.

Für Zeitaufnahmen soll man künstliche Lichtquellen nur dann verwenden, wenn man Tageslicht nicht hat. Es ist immer viel umständlicher und zeitraubender, auch wenn schließlich ein gleich gutes Bild erreicht wird. Als Lichtquelle kann man jeden Beleuchtungskörper von mindestens 32 Kerzen benutzen. Ich habe Petroleum-, Spiritus-, Gaslicht, Auerbrenner, Azethylen, Kohlenfaden- und Metallfadenbirnen verwandt. Bei allen ist die Expositionszeit recht lang und muß je nach der Entfernung und den eingeschalteten Sammellinsen ausprobiert werden. Hat man für eine Linse die Belichtungszeit bei einer der Blendenöffnungen ermittelt, so ergeben sich daraus alle anderen Werte nach Tabelle B.

Bei weitem am meisten bewährt hat sich mir die Nernstlampe, wie sie vom Zeißwerk für die Dunkelfeldbeleuchtung geliefert wird. Sie wird in etwa 30 cm Entfernung der Lichtquelle vom Objekt aufgestellt. Die Aufhellung der Schatten erreichte ich durch eine in etwa 40 cm vom Objekt der Nernstlampe gegenüber stehende Osrambirne von 50 Kerzen, oder durch Konkavspiegel.

Bei dieser Beleuchtung ergeben sich folgende Belichtungszeiten bei „Norm“ mit orthochromatischen lichthoffreien Platten von 14 Scheiner.

TABELLE C.

Öffnung	55 mm	a^0	a^2	Pl
volle	7 Sek.	8 Sek.	32 Sek.	60 Sek.
4 mm	36 Sek.	$1^1/_4$ Min.	$2^1/_2$ Min.	6 Min.
2 mm	$2^1/_2$ Min.	5 Min.	10 Min.	25 Min.
1 mm	10 Min.	20 Min.	40 Min.	100 Min.

Für Momentaufnahmen bei künstlichem Licht braucht man eine Bogenlampe von wenigstens 1000 Kerzen Lichtstärke und eine Sammellinse von 15 cm Durchmesser und 12,5 cm Brennweite. Der Lichtbogen wird in 50 cm Entfernung vom Objekt angebracht, in der Mitte zwischen beiden die Sammellinse. Das Objekt muß sich im Wasser befinden. So gelingt es selbst mit Pl gute Momentbilder zu erhalten.

Die kleine Kamera ist so ein vorzügliches, sicher und schnell arbeitendes Hilfsmittel, welches der mit ihr Erfahrene immer höher einschätzen wird, je mehr er mit ihr zu tun hat.

Ihr Gebiet ist ein beschränktes durch die Vergrößerung 1,7—7 und das Format 6×6. Übersichtsbilder kann man mit ihr selten gewinnen.

b) Die Verwendung der einfachen Kamera zu stereoskopischen Aufnahmen. Pendel-Kamera.

Neben ihr benutzte ich daher zwei kleine Apparate, eine Ica-Kamera Atom mit Tessar 1 : 4,5 und 6,5 mm Brennweite mit im Hause angefertigten Aufsatz für die Balglänge 130 mm (Doppelte Brennweite) und eine Ernemann-Kamera mit einem Doppelanastimaten Ernar von F = 65 mm, Format $6^1/_2 : 9$ und doppeltem Auszuge. Fig. 3, Mitte oben.

Ihre Verwendbarkeit ist eine sehr vielseitige. Darauf gehe ich hier nicht ein, sondern beschränke mich auf das, was sie an die kleine Stereokamera anschließt.

Wird die Balglänge auf die doppelte Brennweite, also 130 mm eingestellt, so hat die Kamera die Vergrößerung 1 : 1 bei einem Bildfeld, welches der Plattengröße 6,5×9 gleich ist. Diese Balglänge braucht man für Übersichtsbilder kleiner Objekte.

Im allgemeinen benutzt man dabei die engste Blende 25 für f = 65, hat also 1 : 50 bei 130 mm Balglänge. Es ist mithin die vierfache Belichtungszeit nötig, von der, welche das EEFW-Expometer für Blende 25 angibt. Seltener benutzt man noch etwas stärkere Vergrößerung bis zum unmittelbaren Anschluß bei 1,7 der Stereo-Kamera mit einer Balglänge von 170 mm und einer mit 6,7 zu multiplizierten Belichtungszeit. Stereogramme von anatomischen Objekten stellt man mit ihr auf folgende Weise her:

Man nimmt die beiden Bildhälften nacheinander auf. Die Kamera wird an dem Stativ X B in beide Stellungen gewippt.

Zuerst bringt man die Kamera in gerade, genau senkrechte Richtung über das Objekt und stellt dieses bei voller Öffnung, scharf ein. Hierbei merkt man sich in dem Bilde einen Punkt, welcher in der Mitte, oder in der senkrechten Mittellinie liegt. Dieser Punkt wird mit dem horizontalen Triebe so verschoben, daß er genau auf den linken Rand der Mattglasscheibe fällt und nun wird die Kamera um den Zapfen so gedreht, daß er wieder gerade in die Mitte fällt.

In dieser Schrägstellung wird die erste Aufnahme gemacht. Dann dreht man die Kamera wieder in die senkrechte Stellung und verschiebt sie mit dem horizontalen Triebe in entgegengesetzter Richtung, bis der gemerkte Punkt des Präparates auf den rechten Rand der Mattglasscheibe fällt. Nun wird die Kamera nach der anderen Seite in der gleichen Weise gependelt, und die zweite Aufnahme gemacht.

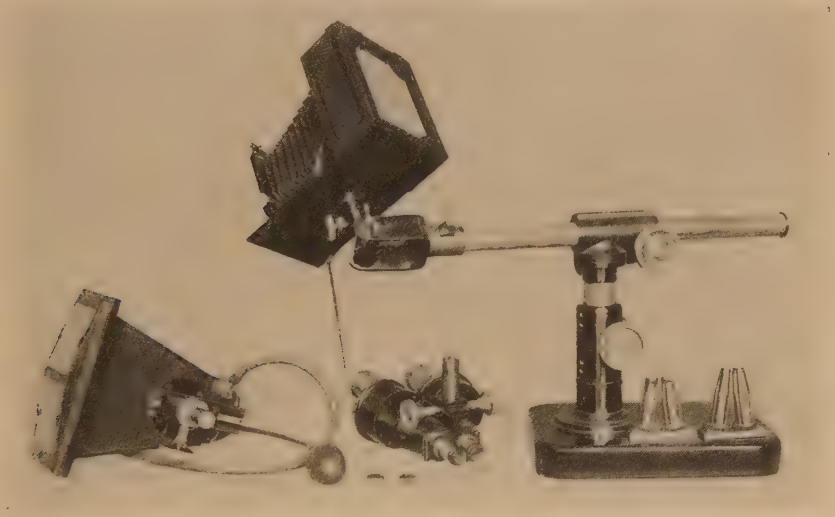

Fig. 3.

Der Abstand der Plattenmitte vom Objekt beträgt 26 bis 27 cm gegen 24 bei der kleinen Stereokamera. Im übrigen hat das Stereogramm ganz die gleichen Eigenschaften, wie die der Stereokamera. Die Standlinie, die Basis, beträgt genau $\frac{65}{2}$ mm bei der Bildweite von 26 bezw. 27 cm.

Diese Stereogramme haben den Vorteil der größeren Bildfläche (bei Vergrößerung 1 : 1; 65× 90 mm) und der Abstufbarkeit der Vergrößerung.

Ihre Herstellung erfordert zwei Einstellungen hinter einander, also die doppelte Zeit und Mühe, wie mit der Stereokamera. Es ist das gleiche wie bei der Herstellung von Stereoröntgenogrammen. Man kann sie nur bei ruhigstehenden Objekten

anwenden. Gleichzeitige Aufnahmen beider Bilderhälften und Momentaufnahmen sind unmöglich. Für lebende Objekte ist daher die Pendelkamera nicht anwendbar.

Ein hierfür geeigneter Apparat fehlt noch im Handel, er wäre leicht herzustellen, unter Einhaltung folgender Maße: f = 65 mm, Objektivabstand (Standlinie) 32,5 mm, Balglänge 13 cm, Vergrößerung 1 : 1. Zeit- und Momentverschluß.

c) Die Stereoskop-Kamera. Format 10 : 15.
Mit zwei Objekten f = 90 mm bei 50 mm fester Standlinie mit doppeltem Balgauszug.

Diese schließt an die Pendelkamera unmittelbar an und ist auch zu Landschaftsaufnahmen zu gebrauchen. Sie ist für Vergrößerungen von $^1/_1$ bis $^1/_8$. Eignet sich bei der Größe des Einzelbildes von 7 : 9 für mittlere Objekte, wie z. B. die Darstellung einer Hernienoperation bei etwa halber Größe.

Während des Krieges und auch bis jetzt war es nicht möglich, die Herstellung dieses kleinen Apparates in Deutschland zu erreichen. Ich verzichte daher darauf, rein theoretisch die Bedingungen für Blendenlage, Belichtung, Balglänge zu erörtern. Diese Dinge gehen zudem ohne weiteres aus der folgenden Darstellung für diese neue Form der stereoskopischen Kamera hervor.

d) Die stereoskopische Universal-Klappkamera.
(Fig. 4.)

Die einfache Klappkamera Format 18 : 24 wird durch eine elastische Scheidewand mit Gummizügen in zwei Hälften getrennt, jede von dem Format 12 : 18 oder nach Abzug der Rahmenumrandung 11,5 : 17,3. Es sind zwei verschiedene Scheidewände dafür nötig, je nach der Länge des Kameraauszuges. Die eine reicht bis etwa 25 cm Balglänge, die zweite von 20—36 cm Balglänge. Je nach beabsichtigter Bildweite wird von vornherein die eine oder die andere eingesetzt. Das Stirnbrett ist auswechselbar. Für einfache Aufnahmen wird eine Tessar- oder Protarlinse vorgeschoben, für stereoskopische Aufnahmen stehen zwei Stirnbretter zur Verfügung. Beide tragen Gewinde für Tessar f = 18 cm, 1 : 6,3, mit Linhardt Zeit- und Momentverschluß. Auslösung durch Gummiball. Die beiden Linsen sind verschieblich. An einer Skala ist der Abstand ihrer optischen Achsen, die Standlinie, Basis β, abzulesen. Das erste Stirnbrett gestattet eine Ver-

Fig. 4.

größerung der Basis von 6,5 bis 8,5 cm. Das zweite Stirnbrett eine solche von 9 bis 13 cm[1].

Welche Basis für eine Aufnahme zu wählen ist, richtet sich nach der Gegenstandsweite g.

[1] Der Zwischenraum zwischen 8,5 und 9,0, welcher nicht eingestellt werden kann, ist nicht ganz planmäßig. Er war durch die Größenverhältnisse der Linsen verursacht und ließe sich bei besserer Anordnung vermeiden.

Von der Mitte des Objektes muß eine Linie durch den Knotenpunkt des optischen Systems in die Mitte der Bildhälfte jederseits treffen. Daraus ergibt sich ein einfaches Verhältnis zwischen Gegenstandsweite g, Bildweite b, Basis und Abstand der Bildmitten voneinander. Ist das Format gegeben, so folgt aus ihm bei einer bestimmten Standlinie, Basis, die Gegenstandsweite oder nach gewählter Gegenstandsweite die Basis, oder endlich die Kombination erweist sich als unmöglich. Man kann dies auch für den praktischen Gebrauch etwas anders ausdrücken:

Das Raumbild erscheint in einem Rahmen R, einer Blende. Diese liegt in einer bestimmten Entfernung, welche bei dem gleichen Format, je nach der Größe der Basis, wechselt. Je kleiner die Basis im Verhältnis zur Breite des Formates ist, um so näher liegt der Rahmen (R) des Bildes. Je größer er wird, je mehr er sich dem Abstande der Bildmitte nähert, umso weiter rückt er ab, um im unendlichen zu liegen, wenn der Abstand der beiden Bildmittelpunkte gleich der Basis ist, also die beiden optischen Achsen die Bildebene in den Bildmittelpunkten senkrecht schneiden.

Den besten Eindruck hat man von dem Raumbilde, wenn der Rahmen wie ein Glasfenster dicht vor dem Gegenstande steht, oder, wenn der Eindruck entsteht, daß das Objekt unmittelbar unter einem seiner Größe angepaßten Glasdeckel liegt. Um dies zu erreichen, darf also der Gegenstand den Linsen mit keinem Punkte näher liegen, als die gewählte Gegenstandsweite g angibt.

Aus den vorstehenden Erörterungen werden die meisten Rubriken der Tabelle D 2 Tessare F = 18,1 : 6,3 ohne weiteres klar.

Ergänzend ist noch folgendes zu sagen:

Ich verwende folgende Formate (r), soweit sie nicht die ganze Kassette 18 : 24 füllen, mit Einlagen.

I. 10 : 15 quer. Das kleinste Format.
II. 13 : 18 quer.
III. 18 : 24 quer.
IV. 10 : 15 zwei Platten in jeder Bildhälfte hochgestellt.
V. 9 : 12 ebenso.

Die Tabelle zerfällt in die Querfelder: für g (Gegenstandsweite), b (Bildweite), L (Lichtstärke) und v (lineare Vergrößerung in der Gegenstandsweite), welche für alle Plattenformate gelten, und in die Querfelder R und $\frac{fr}{2}$, welche für jedes Format besonders berechnet sind.

Die Reihe b (Bildweite) enthält zwei Zahlen: An erster Stelle den Plattenabstand vom hinteren Knotenpunkt bei gegebener Gegenstandsweite (g) und dahinter die Zahl, welche angibt, wievielmal die Öffnung der Linse in diesem Abstand enthalten ist. Aus ihr folgt die Reihe L, welche die Zahl angibt, um welche die Lichtmenge größer sein muß, wie bei Einstellung des Apparates auf unendliche Ferne.

Die Berücksichtigung dieser Größe ist praktisch von der größten Bedeutung. Ein Beispiel wird dies am leichtesten erklären. Ich will ein Kindergesicht mit einer Hasenscharte in natürlicher Größe ($v = 1$) stereoskopisch aufnehmen, und wähle das Format des Einzelbildes $r = 11{,}5 \times 17{,}3$, also 1. III. der Tabelle. Da es ein unruhiges Kind ist, so muß ich die Blende ganz öffnen. Ich messe die Lichtstärke und finde für die verwandte Plattenart von 14 Scheiner bei Blende 6,3 $^1/_{20}$ Sekunde Expositionszeit. Würde ich diese verwenden, so erhielte ich ein um das vierfache unterexponiertes Bild. Denn entsprechend der Vergrößerung des Bildabstandes auf die doppelte Brennweite wird die Lichtstärke des Bildes mit dem Quadrat der Entfernung 4mal geringer. Ich müßte also bei voller Blendenöffnung $^1/_5$ Sekunde exponieren. Das ist zu lang für ein unruhiges Kind! Ich wähle also sehr viel stärkeres Licht unter freiem Himmel. Da kann ich sogar ohne Bedenken etwas abblenden, denn ohne dies hat das Bild nicht genug Tiefenschärfe. Ich stelle Blende 12,5 ein und messe $^1/_{60}$ Sekunde Expositionszeit für Ultrarapidplatten. Diese Zahl muß ich vervierfachen und finde $^1/_{15}$ Sekunde, gerade eben kurz genug, um in einem glücklichen Augenblick Erfolg haben zu können. Diese Anpassung der Expositionszeit an die Verminderung der Lichtstärke durch die Vergrößerung der Bildweite bei Aufnahmen in endlicher Entfernung werden durch die Zahlen der Reihe L ausgedrückt. Sie passen ohne weiteres auf alle Blendenweiten.

Die Reihe v gibt die lineare Verkleinerung in der Rahmenebene an, welche der Gegenstand bei den verschiedenen Abständen erfährt. Sie beginnt bei 1 und geht bis zu fast $^1/_{50}$ bei 10 Meter Entfernung. Es ist natürlich nicht belanglos, über dieses Maß sich vor der Aufnahme zu unterrichten.

Die Reihen unter I.—V. sind nach den einzelnen Formaten sehr verschieden; die erste Reihe trägt den Kopf: R. Die Zahlen der Reihe R geben an, welche Größe der Bildumrandung im

TABELLE D. 2 Tessare F=18; 1:6,3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
g	36	39,3	40	44,9	54	61,7	64,8	69	72	82,8
b	36; 12,6	33,2; 11,6	32,6; 11,4	30; 10,5	27; 9,4	25,4; 8,9	24,9; 8,74	24,3; 8,5	24; 8,42	23; 8,07
L	4	3,4	3,27	2,78	2,25	1,99	1,90	1,82	1,77	1,63
v	1	0,84	0,81	0,66	0,5	0,42	0,38	0,35	0,33	0,27
I. 10×15. 1 Platte, quer. r=6,8×9.										
R										
β										
$\frac{fr}{2}$										
II. 13×18. 1 Platte, quer. r=8,3×12,3.										
R							21,5×31,9			
β							6,5			
$\frac{fr}{2}$							1¾ cm			
III. 18×24. 1 Platte, quer. r=11,5×17,3.										
R	10,2×17,3[1]		14,1×21,2		23×34,6			32,5×48,7		41,4×62,2
β	6,5		6,5		7,66			8,5		9,0
$\frac{fr}{2}$	3¼ cm		2¾ cm		2 cm			1¾ cm		1½ cm
IV. 10×15. 2 Platten, hoch. r=9,3×14,4.										
R				13,9×21,5	18,6×28,8					
β				6,5	7,23					
$\frac{fr}{2}$				2 cm	2 cm					
V. 9×12. 2 Platten, hoch. r=9×12.										
R		10,65×14,2			18×24	21,8×29			27×36	
β		6,5			8,0	8,5			9	
$\frac{fr}{2}$		2¾ cm			2 cm	2 cm			1½ cm	

[1] Scheidewand auf 3 cm vergrößert.

	11	12	13	14	15	16	17	18	19
g	83,1	100	105	164,5	200	300	326,5	500	1000
b	22,9; 8,05	21,9; 7,7	21,7; 7,6	20,2; 7,09	19,7; 6,88	19,1; 6,71	19,05; 6,6	18,6; 6,5	18,3; 6,4
L	1,62	1,48	1,45	1,25	1,20	1,13	1,1	1,07	1,03
v	0,27	0,21	0,2	0,12	0,098	0,064	0,05	0,037	0,018

I. 10×15. 1 Platte, quer. r = 6,8×9.

R				55,2×73,1		95,8×141,0		163,8×241	338×491
β				6,5		6,86		7,03	7,16
$\frac{fr}{2}$				4 mm		2 mm		$1^1/_2$ mm	$^3/_4$ mm

II. 13×18. 1 Platte, quer. r = 8,3×12,3.

R		37,8×56,0			83,8×124,3	130×192,7	142,2×210,8		
β		7,38			8,19	8,46	8,5		
$\frac{fr}{2}$		8 mm			4 mm	$2^1/_2$ mm	$2^1/_2$ mm		

III. 18×24. 1 Platte, quer. r = 11,5×17,3.

R		52,3×68,7			116,2×174,9	180,2×271		307,9×463,2	626,7×942,8
β		9,43			10,46	10,81		11,08	11,29
$\frac{fr}{2}$		1 cm			5 mm	4 mm		2 mm	1 mm

IV. 10×15. 2 Platten, hoch. r = 9,3×14,4.

R	33,68×52,14	42,36×65,58	45,2×69,9		94,03×145,59	145,76×225,68		249×384,9	507,6×785,9
β	8,5	8,89	9,0		9,87	10,19		10,45	10,65
$\frac{fr}{2}$	$1^1/_4$ cm	1 cm	1 cm		5 mm	4 mm		2 mm	1 mm

V. 9×12. 2 Platten, hoch. r = 9×12.

R		41×54,6			91,0×121	141×188		240×321	491,2×653,6
β		9,84			10,92	11,24		11,56	11,78
$\frac{fr}{2}$		1 cm			5 mm	4 mm		2 mm	1 mm

Raume vor der Linse in der Gegenstandsweite entspricht. Ich erfahre also aus dieser Angabe, wie groß das Objekt sein darf, welches z. B. unter I. das Format 6,8 × 9 gerade ausfällt. Je nach der Entfernung ist dies natürlich verschieden. Bei 1,64 beträgt die erlaubte Objektgröße 55 × 73 cm, bei 10 Meter Entfernung 338 × 491 cm.

Die Reihe $\frac{fr}{2}$ enthält das Maß des Abstandes der beiden optischen Achsen von der Bildmitte. Ihre Bedeutung wird erst bei der Behandlung der Betrachtung des Stereogramms klar werden.

Der Gebrauch der Tabelle ist nach dem Vorgesagten sehr einfach.

Zunächst muß man wissen, was man photographieren will. Es gehört einige Erfahrung und Übung dazu, sich darüber klar zu werden, auf welche Einzelheiten es ankommt und wie viel der Umgebung zum Verständnis und zur schnellen leichten Auffassung des Bildes gehört. Verträgt sich das eine nicht mit dem anderen, so müssen von demselben Objekt zwei Aufnahmen gemacht werden, ein Übersichtsbild und eine Aufnahme aus größerer Nähe, bei stärkerer Vergrößerung für die Einzelheiten. In jedem Falle muß der Teil des Objektes, welcher auf das Bild kommen soll, gemessen werden.

Beispiel: Hydronephrose eines Knaben infolge von Striktur in der Pars nuda urethrae. Das auf grauer Unterlage zurechtgelegte Präparat, bestehend aus Nieren, Ureteren, Blase und äußeren Genitalien mißt 23 : 31 cm. Das nächst größere Gesichtsfeld finde ich unter V. 9. bei 27 : 36. Ich bereite also die Kamera dafür vor, nehme das 2. Frontbrett, stelle die Basis auf 9 cm und lege zwei Platten 14 S 9 : 12 in dem zugehörigen Rahmen ein. Dann wird die Kamera auf das Stativ gesetzt. Nun kommt die Beleuchtung des Präparates. Sie muß so gewählt werden, daß sie gleichmäßig ist und charakteristische, aber nicht zu harte Schatten gibt. Sind solche vorhanden, so müssen sie durch Gegenbeleuchtung gemildert werden. Dann wird die Lichtstärke gemessen. Das Präparat hat keine wesentliche Tiefe, aber unter dasselbe habe ich ein Zentimetermaß gelegt. Dieses käme nicht scharf heraus, wenn ich nicht etwas abblendete und da das Präparat sich ja nicht bewegt, kann ich Blende 12,5 wählen. Ich erhalte dafür mit dem EFWE-Expometer die Expositionszeit von 3 Sekunden. Diese Zahl muß ich mit 1,77 (Reihe L) multiplizieren, also rund verdoppeln, erhalte also für Blende 12 eine Beleuchtungszeit von 6 Sekunden.

Nun kommt die Einstellung. Die optischen Achsen müssen senkrecht stehen. Die Kamera wird also auf 90° gekippt und auf die Gegenstandsweite (Reihe g) eingestellt, so daß die Entfernung von 72 cm gerade noch über dem Präparat liegt. Der Balgauszug wird auf 24 cm gebracht (Bildweite b) und fixiert. Bei der Prüfung des Bildes bei voller Blende auf der Mattglasscheibe kommt es jetzt nur noch darauf an, die Kamera so auszurichten, daß das Bild genau auf die Bildfläche fällt. Alles andere, auch die Schärfe des Bildes, stimmt für die Ebene von 72 cm Entfernung genau und wird durch die Blende 12 von selbst auf die ganze Tiefe des Präparates ausgedehnt. Alles andere versteht sich von selbst. Ein Mißlingen oder unvollständiges Gelingen der Aufnahme ist so ausgeschlossen. Nichts ist dem Belieben oder der Schätzung überlassen, sondern jede Größe ist gemessen. Anfangs mag es so scheinen, daß alle die Vorschriften zu umständlich sind. Aber die Erfahrung mit wenigen Aufnahmen ergibt die große Einfachheit der Handhabung und die sichere Gewähr für den guten Ausfall, und das erspart die Zeit für die sonst notwendige Wiederholung ohne bessere Aussichten auf Erfolg. Dazu kommt noch ein großer Vorteil.

Die Eintragung in das Buch lautet:

Nr. 67. Karl S., 13 Jahre, Krankenblatt Nr. 1018/15 †23. 7. 15. Hydronephrose. Tabelle A. V 9. Agfa. 14 Sch. 9/12 Blende 12,5. 6 Sek.

Die bezeichnete Stellung kann aus diesen Angaben absolut genau wiederholt werden. Bei dem Präparate kann dies kaum von Bedeutung werden. Aber in der Geschwulstbehandlung, der Beurteilung der Größe, lehrt die wiederholte photographische Aufnahme besser als jede Messung, ob das Objekt sich verändert hat, unter der Voraussetzung, daß bei beiden Aufnahmen genau die gleiche Stellung des Apparates eingehalten wurde (Fig. 5).

Zu der stereoskopischen Universal-Kamera gehört notwendig ein großes Laboratoriumsstativ. Das in Fig. 4 abgebildete weicht insofern von der üblichen Form ab, als zu der Längsspindel eine quere hinzugetreten ist, der Apparat also von einem Kreuztisch getragen wird[1]. Für die Bewegung und Einstellung der Universalklappkamera bedeutet die quere Verschiebung auf demselben nur eine Bequemlichkeit, welche zwar von großem Vorteil aber ent-

[1] Das Stativ wurde von der Firma Herbst u. Firl, Görlitz, ausgeführt.

Fig. 5.

behrlich ist. Notwendig wird sie erst bei stereoskopischen Aufnahmen mit einer Linse, mit großem Format; dies wird aus dem folgenden Abschnitt hervorgehen.

e) Die stereoskopische Aufnahme mit zwei nebeneinander stehenden, gesonderten Apparaten, von gleicher Beschaffenheit.

Die einfachste und am meisten angewandte Art der Herstellung stereoskopischer Bilder ist die durch einen Apparat mit Hilfe des Ortswechsels ausgeführte. Man macht die eine Aufnahme, verrückt dann die Kamera um ein beliebiges oder gemessenes Stück zur Seite, und macht die zweite Aufnahme. Die Vereinigung beider Platten ergibt ein mehr oder minder schönes Stereogramm. Geeignet sind dafür nur Objekte, welche während der Dauer beider Aufnahmen unverändert bleiben, Denkmäler, Gebäude, Gebirge usw. Von ihnen kann man auf diese Weise vorzügliche Bilder bekommen. Ja für jene ebenso, wie für anatomische Objekte hat diese Art der stereoskopischen Aufnahme sogar einen großen Vorteil: die Verwendbarkeit beliebig hoher Plastik, einer vergrößerten Standlinie, Basis. Welche Bedeutung dies hat, springt am leichtesten in die Augen, wenn man z. B. von einem Berge eine etwa 2—3 km entfernte Stadt stereoskopisch aufnimmt, mit großer Brennweite von etwa 30 cm. Bei Verwendung einfacher Plastik, Basis 6,5 cm, ist man nicht imstande, in dem Stereogramm überhaupt eine Plastik zu merken. Es ist ganz gleich, ob man zwei Abzüge derselben Platte oder solche der rechten und linken Seite zu dem Stereogramm vereinigt. Sie wirken beide flach. Das Städtebild scheint in einer Ebene zu liegen. Ganz anders, wenn man die Basis verhundertfacht, also den Apparat für die zweite Aufnahme 6,50 m vom ersten Aufnahmeort aufstellt. Dann erhält man eine wunderbare plastische Wirkung. Nimmt man so z. B. vom Kappeler Berge oder vom Spiegelsluster Turm Marburg auf, so kann man in jedes Gäßchen tief hineinsehen, sagen, dies Haus liegt näher wie jenes, ja durch den Torweg des Schlosses hindurchsehen und sagen: der in ihm erkannte Gegenstand ist ein Baum hinter dem Tordurchgang, während die einfache Aufnahme eine Entscheidung darüber ausschloß.

Natürlich bedarf es dabei der sorgfältigen Einstellung der Kamera auf beiden Seiten. Der Mittelpunkt, das Kreuz der Mattscheibe muß bei beiden Aufnahmen genau auf den gleichen Punkt gerichtet sein. Ebenso einfach ist die Aufgabe in der Nähe. Nehmen wir die Aufnahme einer Apollostatue in 2 m Entfernung an. Man kann dabei bis zu einer Standlinie von 40 cm gehen. Stellt man nun den Apparat an den beiden 40 cm von einander entfernten

Stellen, ebenso wie bei dem Städtebild ein, so konvergieren die beiden optischen Achsen, wie die Augen, wenn man einen Gegenstand in 32,5 cm Entfernung ansieht. Bei der Betrachtung des Stereogramms springt die erheblich vermehrte plastische Wirkung ohne weiteres in die Augen. Der Erfolg ist ein unmittelbarer.

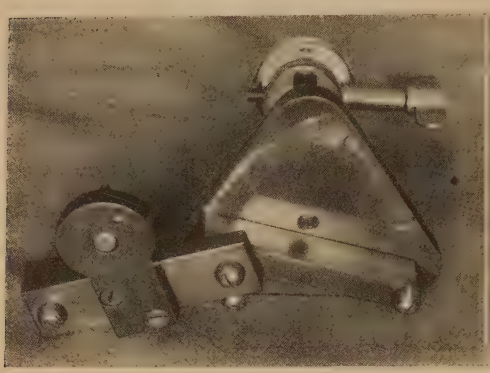

Fig. 6 a.

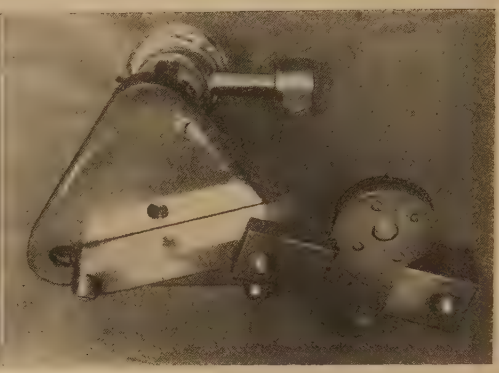

Fig. 6 c.

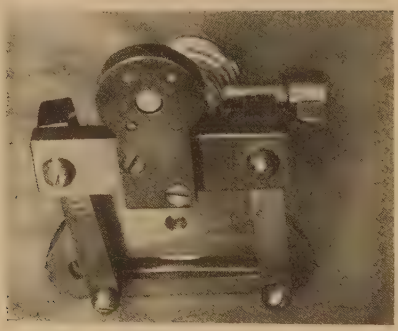

Fig. 6 b.

Lästig ist bei der Aufnahme nur die doppelte Einstellung. Um diese bei Landschaftsaufnahmen zu ersparen, sind für einfache und etwas erhöhte Plastik eine große Zahl von Wippvorrichtungen für die Kamera angegeben worden, welche diese mit paralellen optischen Achsen verschieben. Für Nahaufnahmen von 200 cm und näher, namentlich bei höherer Plastik sind diese nicht zu verwenden, weil ihnen die Konvergenz der optischen Achsen fehlt. Hierfür habe ich mir die in der Fig. 6 wiedergegebene kleine Vorrichtung, welche zwischen Kamera und Stativ gesetzt wird, konstruiert. Von oben gesehen: a. rechte, c. linke, b. Mitteeinstellung.

Man kann mit ihr den Konvergenzwinkel auf die beabsichtigte Entfernung einstellen und erspart sich daher bei nahen Objekten die doppelte Ausrichtung der Kamera. Die Größe der Standlinie reicht bis zu 15 cm; kann man beliebig verändern. Besondere Beachtung verdient für diese Aufnahmen die Einstellung des Bildes bei der Betrachtung. Darüber weiter unten. Aber die

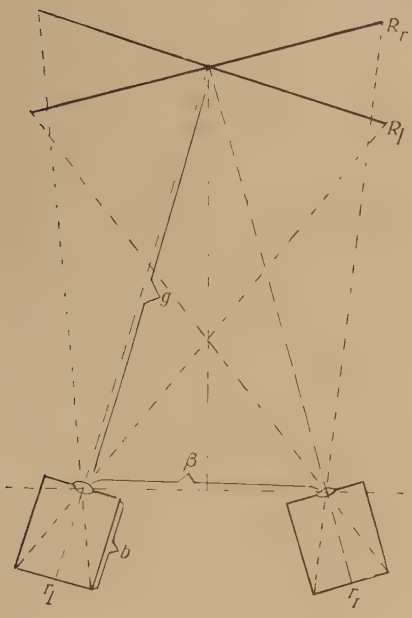

Fig. 7.

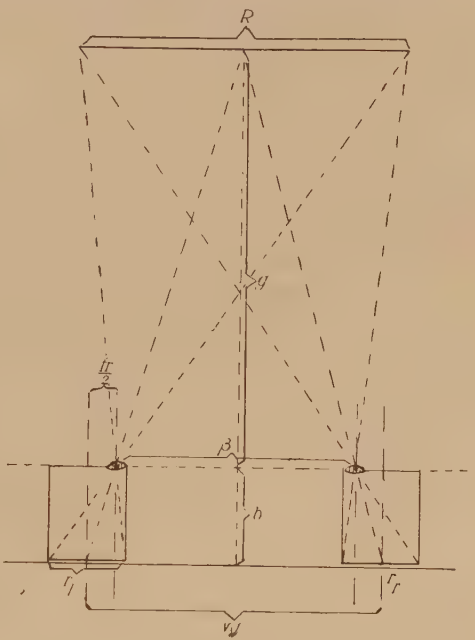

Fig. 8.

Aufnahme mit einer Kamera hat ihre wesentliche Beschränkung darin, daß sie sich nur für tote Objekte eignet. Der Chirurg braucht unbedingt eine Vorrichtung, welche ihm auch die gleichzeitige Verwendung kürzester Momente erlaubt. Das ist nur durch zwei gleichzeitig sich öffnende und schließende Linsen, also zwei Kameras möglich, wenn man in der Verwendung der Plastik ungebunden sein will, wie dies bei der Universalklappkamera nicht der Fall ist. Auch sie besteht ja aus zwei vollständig getrennten, aber nebeneinander zu einem Ganzen fest verbundenen Kameras. Die Größe der Basis muß sich bei ihr daher nach dem Format und der Entfernung des Objektes richten und geht nicht über 2 hinaus.

Die Konvergenz der optischen Achsen auf das Objekt hat zwei Nachteile:

TABELLE E. 2 Tessare

	1	2	3	4	5	6
g	47,51	60	80	90	100	112,8
b	21,92	20	18,46	18	17,64	17,3
Oe	1:6,58	1:6,0	1:5,54	1:5,4	1:5,27	1:5,19
L	2,13	1,77	1,51	1,44	1,38	132
R	19,4×25,9	27×36	38,9×51,9	45×60	50,9×67,9	58,6×78,2
v	0,46	0,33	0,23	0,2	0,17	0,15
			I. $\beta = 6{,}5$.			
Vg	9,5	8,66		7,8	7,64	
$\frac{fr}{2}$	1,5	1,08		0,65	0,57	
			II. $\beta = 13$.			
Vg			1,6		15,29	
$\frac{tr}{2}$			1,5		1,14	
			III. $\beta = 19{,}5$.			
Vg						22,5
$\frac{fr}{2}$						1,5
			IV. $\beta = 26$.			
Vg						
$\frac{fr}{2}$						
			V. $\beta = 32{,}5$.			
Vg						
$\frac{fr}{2}$						

1. Bei der Betrachtung dürfen die beiden Bilder nicht in einer Ebene liegen, sondern müssen den gleichen Winkel bilden, wie die beiden Bildebenen bei der Aufnahme. Dieser ist bei jeder Aufnahme natürlich verschieden.

2. Die Messung des Stereogramms wird schwieriger. Die Vermeidung der Konvergenz der optischen Achsen hat daher ihre Vorzüge. Sie ist möglich, wenn man statt dessen die Linse seitlich, und zwar nach innen verschiebt (Fig. 7 u. 8).

Zwei gleiche Apparate, z. B. vom Format 9 : 12 und je einer Linse von 15 cm Brennweite werden auf eine Schiene so angebracht, daß ihre Mattscheiben in der gleichen Ebene liegen. Zur Bewir-

F = 15; 1:4,5 r = 9×12.

7	8	9	10	11	12	13
145,05	150	178,04	200	300	500	1000
16,73	16,66	16,38	16,21	15,78	15,46	15,22
1:5,02	1:5,0	1:4,91	1:4,86	1:4,73	1:4,63	1:4,56
1,24	1,23	1,19	1,16	1,1	1,06	1,02
78×104	81×108	97,8×130	110,9×147,9	171×228	291×388	591,3×788,4
0,11	0,11	0,9	0,081	0,05	0,03	0,015
			I. β = 6,5.			
	7,22		7,02	6,84	6,7	6,59
	0,36		0,26	0,17	0,1	0,049
			II. β = 13.			
	14,44		14,05	13,68	13,4	13,18
	0,72		0,52	0,34	0,2	0,088
			III. β = 19,5.			
	21,66		21,06	20,52	20,1	19,77
	1,08		0,78	0,51	0,3	0,145
			IV. β = 26.			
29			28,1	27,36	26,8	26,36
1,5			1,04	0,68	0,4	0,18
			V. β = 32,5.			
		35,5		34,2	33,5	32,98
		1,5		0,85	0,5	0,245

kung der Konvergenz auf eine bestimmte Gegenstandsentfernung wird das Linsenstück an dem linken Apparat nach rechts an den rechten Apparat nach links verschoben, bis die Verbindungslinien zwischen Knotenpunkt und Mitte der Bildfläche sich in der Mitte des Objektes treffen (Fig. 8). Dies ist natürlich bei jeder Entfernung verschieden und wechselt auch mit dem Abstand voneinander, welcher den beiden Apparaten gegeben wird.

Die Zahlen für diese braucht man natürlich ebenso, wie bei der Einstellung der stereoskopischen Universalklappkamera.

Über diese gibt die Tabelle E Auskunft. Sie enthält dieselben Größen wie die Tabelle D, nur in etwas anderer Ordnung.

Der Kopf der Tabelle, die Reihen g, b, Oe, L, R und v gelten für jede Einstellung des Apparates, auch beim Pendeln (Fig. 7).

Die Doppelreihen unter I. bis V. gelten je für die über ihnen angegebene Standlinie β.

Die beiden Kameras, für welche sie berechnet ist, haben eine größte seitliche Verschiebung fr. der Linse von 3 cm, 1,5 cm nach jeder Seite. Dies hat zur Folge, daß bei einer Basis von 6,5 cm die größtmögliche Annäherung an das Objekt 47,5 cm beträgt, daß man also die Vergrößerung 1 : 1 so nicht erreichen kann. Dazu wäre eine Annäherung auf 30 cm und eine seitliche Verschiebung der Linsen von etwa $4^1/_2$ cm notwendig. Man kann also die Kamera bei dieser Vergrößerung zu stereoskopischen Aufnahmen nur dann benutzen, wenn man die Linse in ihrer Mittelstellung läßt und sie winkelt (Fig. 7), entweder auf der Schiene oder auf dem Zwischenstück (Fig. 6).

Die Doppelreihe I. $\beta = 6{,}5$ ist für zwei Kameras nebeneinander zudem deshalb nicht anwendbar, weil sie unmittelbar nebeneinander aufgestellt eine Verschiebung vg von 12 cm ergeben. Für beide nebeneinander sind also nur die Doppelreihen II. bis V. zu gebrauchen.

Die beste stereoskopische Wirkung von einem kleinen Objekt erhält man im mittleren Lebensalter im allgemeinen dann, wenn man dasselbe auf 26—32 cm nähert. Diese Größe wird also bei der Anordnung bei der Tabelle E um etwa 20 cm überschritten. Aber bei den meisten Objekten kommt es mehr auf die Übersicht an. Und dafür ist die etwas größere Entfernung ein Gewinn. Bedarf man der feineren Details, so muß man das Stereogramm unter Verzicht auf Orthomorphie als stereoskopisches Fernrohrbild aus größerer Nähe ansehen.

Im übrigen bietet die Tabelle natürlich die gleichen Vorteile wie die zu der großen Klappkamera gehörige. Die Sicherheit des Erfolges bei der Aufnahme und die Möglichkeit, dasselbe Objekt nach einiger Zeit genau unter den gleichen Bedingungen aufnehmen zu können, wenn man sich die Rubrik der Tabelle bei der ersten Aufnahme notiert hat.

Die in den Tabellen angegebenen Stellungen entsprechen dem, was am meisten vorkommt. Doch braucht man sich nicht streng daran zu binden. Bei Zwischenwerten wird man nach der

Schätzung ohne weiteres das richtige treffen. Will man für den einzelnen nicht in der Tabelle enthaltenen Fall ganz genaue Werte, so muß man diese berechnen.

Noch bequemer, wie mit dem in Fig. 9 wiedergegebenen Stativ, hat man es bei der Anbringung und Verschiebung der beiden Apparate nebeneinander, oder bei der stereoskopischen Aufnahme mit

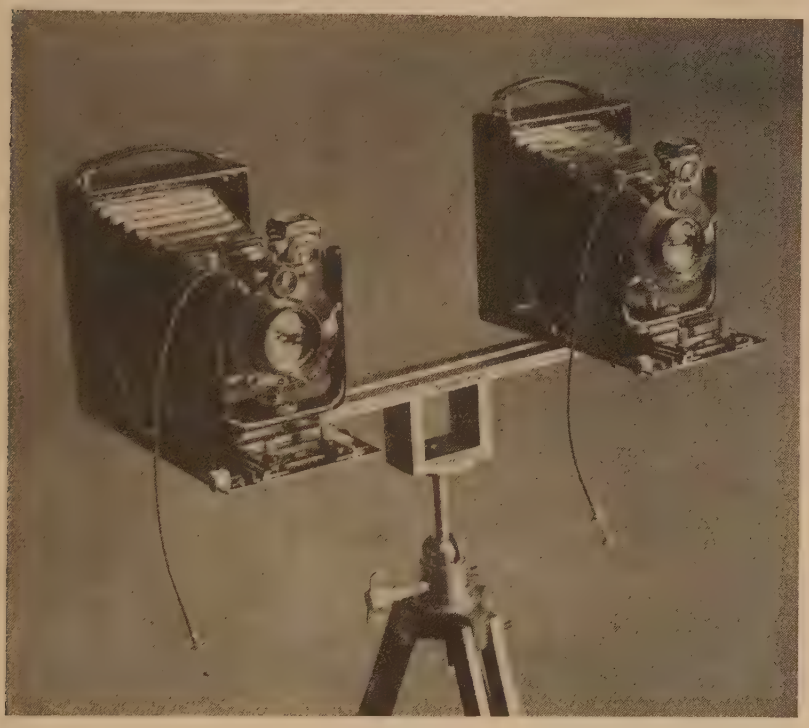

Fig. 9.

nur einem Apparate, wenn man das große Laboratoriumstativ benutzt. Der quere Trieb ist ursprünglich gerade für diesen Zweck angebracht. Die schönsten Aufnahmen, welche ich besitze, sind so hergestellt. Es ist wirklich ein unerwarteter Genuß ein solches großes Stereogramm mit erhöhter Plastik und Doppelformat 18×24 mit einem guten Stereoskop anzusehen, und zugleich ein unschätzbarer Gewinn, wenn es sich um die Erkennung und Auffassung feiner Details handelt.

Aber es würde über den Rahmen dieser Abhandlung hinausführen, wollte ich für diese neue Anordnungen der Apparate,

weitere Tabellen einfügen. Sie erfordern zudem etwas mehr Übung und Vertrautheit mit dem Gegenstand, als daß sie für jeden ohne weiteres verwendbar wären.

Anhang über Miskrostereoskopie.

Bei der Vergrößerung von etwa 10 schließt die stereoskopische Aufnahme bei auffallendem Licht, soweit sie wenigstens von praktischem Vorteil ist, zur Zeit ab. Braucht man stärkere Vergrößerungen, so ist es zweckmäßiger die Aufnahmen der Stereoskop-

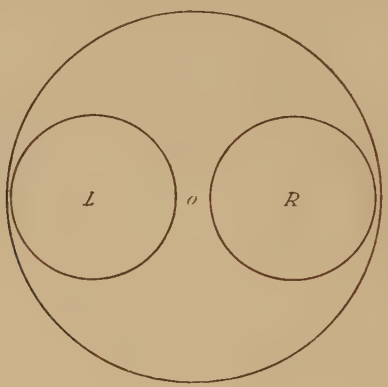

Fig. 10.

kamera nachträglich zu vergrößern. Man kann da bis zu Vergrößerungen der Originalaufnahme von 3, also im ganzen bis 30 gehen, ohne daß die Schärfe des Bildes benachteiligt wird. Betrachtet man diese Bilder als Fernrohrbilder, nicht orthomorph, so hat man von ihnen zweifellosen Vorteil. Linsen mit wesentlich geringerer Brennweite als sie Pl hat, anzuwenden, erlauben die Vorrichtungen, welche man zurzeit zur Hand hat, noch nicht. Aber es kommt nur auf die Probleme an, welche sie erfordern. Dann würden sich die für sie notwendigen Apparate schnell von selbst ergeben. Solche Probleme gibt es aber, wenigstens auf dem Gebiete, um das es sich hier handelt, noch nicht. Auch die stereoskopischen Aufnahmen mit starken Vergrößerungen bei durchfallendem Licht haben noch ausschließlich theoretisches Interesse. Sie sollen hier nur der Vollständigkeit halber kurz gestreift werden, um zu zeigen, daß die stereoskopische Universalklappkamera auch für diesen Zweck hervorragend geeignet ist.

v. Fritsch gab die Präparat-Wippe für mikroskopische Stereogramme an. Ich habe anfangs nach diesem Prinzip Aufnahmen mit dem Mikroskop gemacht. Gebhard wies dann nach, daß auch hier die Verschiebung des Objektes (Fig. 8) besseres leistet und optisch günstiger ist. Ich habe dies Verfahren dann ebenfalls angewandt und finde, daß beides seine Vorteile und Nachteile hat. Pendelt man das Präparat, so erhält man selbst bei Ölimmersion die stärkere stereoskopische Wirkung, aber nur für einen kleinen Streifen in der Mitte des Präparates.

Verschiebt man zur Seite, so ist eine sehr viel weniger wirksame Körperlichkeit erreichbar, man erhält dafür aber ein in der ganzen Breite gleichmäßig scharfes Gesichtsfeld.

Man geht dabei folgendermaßen vor: Die Stelle des Präparates, welche man stereoskopisch aufnehmen will, stellt man nicht in der Mitte des Gesichtsfeldes, sondern auf einer Seite — zuerst links — ein (Fig. 10 L), dann muß die Kamera so verschoben werden, daß dieses Feld, welches in der linken Hälfte des großen Gesichtsfeldkreises liegt, mit dem Punkte, welcher die Mitte des als Stereogramm zu verwendenden kleinen Kreis- oder Elipsenausschnittes bilden soll, genau auf das Kreuz der Einstellscheibe fällt. Dies ist mit der in Fig. 4 u. 11 wiedergegebenen Universal-Klappkamera sehr einfach zu erreichen. Man löst den Verschluß zwischen Mikroskop und Kamera dadurch, daß man ihr Frontstück mit der kleinen Kurbel an der Hinterseite der Kamera soweit zurückzieht, daß die ganze Kamera um die Strecke O L (Fig. 10) mit dem queren Triebe des Stativs verschoben werden kann. Nach der Ausführung dieser Verschiebung muß das Frontbrett um die entsprechende Strecke nach rechts verschoben werden, sodaß die beiden Verschlußteile wieder einander gegenüber stehen. Dann wird der Verschluß durch das Verschieben des Frontteils mit der kleinen Kurbel am Hinterende der Kamera wieder hergestellt. Nun wird die erste Aufnahme gemacht. Dann kommt die zweite Einstellung auf der rechten Seite. Der Verschluß zwischen Mikroskop und Kamera wird wie vorher gelöst, das Frontbrett wird ebensoweit wie vorher nach rechts, nun nach links gerückt und mit dem queren Stativtriebe wird die Kamera so lange nach rechts verschoben, bis sich die beiden Verschlußteile wieder gegenüberstehen und aufs neue vereinigt werden können.

Es bleibt noch die Verschiebung des Präparates, sodaß die

als Mitte für das Stereogramm gewählte Stelle auf das Kreuz der Einstellscheibe fällt.

Ohne Kreuztisch am Mikroskop ist das natürlich bei starken Vergrößerungen nicht ganz leicht, mit einem solchen sehr einfach.

Dann kommt die zweite Aufnahme. Der große Vorteil, der die Universalklappkamera bietet, liegt darin, daß man diese Umstellung von rechts nach links bewerkstelligen kann, ohne daß die Mattglasscheibe die Einstellungsebene verläßt. Das erlauben die meisten sonst gebräuchlichen mikrophotographischen Vorrichtungen nicht. Auch mit ihnen können natürlich stereoskopische Aufnahmen gemacht werden, ohne daß man die Kamera nach der Mitte des Stereogramms verschiebt, wenn man bei beiden Aufnahmen das größte Plattenformat benutzt, und aus den beiden Aufnahmen die stereoskopisch wirksame Stelle herauskopiert.

Meine Anordnung gestattet aber mit dem kleinsten Format auszukommen und ist daher viel sparsamer, ohne daß ein wesentlich größerer Aufwand von Mühe dabei nötig wäre.

In der gleichen Weise verfährt man natürlich, ob man nun mit Okular oder Objektiv allein arbeitet. Günstig ist die Verringerung der Apertur durch Blenden. Man verliert dadurch an Auflösung, gewinnt aber an Tiefe. Dies ist für das stereoskopische Bild meist das wichtigere.

Auch bei der Ölimmersion wendet man zweckmäßig die Hängeblende für Dunkelfeldbeleuchtung an.

Als Lichtquelle benutze ich das Bogenlicht, den kleinen Projektionsapparat. Die Anordnung geht ohne weiteres aus Abbildung Fig. 11 hervor. Als Projektionslinse mit Zeit- und Momentverschluß, gebrauche ich ein Tessar 18,1 : 6,3. Von diesem wird die hintere Linse abgenommen, und die Wirkung der Vorderlinse wird durch den Aufsatz einer Konkavlinse verstärkt, sodaß aus ihm ein parallelstrahliges Lichtbündel herausfällt, welches gerade in die Blende des Abbeschen Beleuchtungsapparates paßt. Die Beleuchtungszeiten wechseln bei richtiger Einstellung und gleicher Balglänge bei den verschiedenen Vergrößerungen wenig, da es ja immer die gleiche Lichtmenge ist, welche wirkt. Verschieden ist nur die Verteilung je nach der Größe des Gesichtsfeldes. Auch bei Ölimmersion 2 mm 1,40 Apertur gelingen Momentaufnahmen von $^1/_{20}$ Sekunden mit Zettnow-Filter und farbenempfindlichen Platten.

Fig. 11.

2. Die Betrachtung der Stereogramme.

Das körperliche Bild, welches bei der Betrachtung der Stereogramme entsteht, muß der Form des Objektes entsprechen. Dies ist dann der Fall, wenn sich das Auge — oder genauer, der vordere

Knotenpunkt des Auges — beiderseits an der Stelle befindet, an welcher das Projektionszentrum des Photogramms bei der Aufnahme lag[1].

Ein solches Bild bezeichnet man als ein orthomorphes. Es kann von der gleichen Größe sein wie das Objekt, oder kleiner oder größer.

I. Die Orthomorphie mit Linsen.

Bei der kleinen stereoskopischen Kamera (Fig. 2) handelt es sich um Bilder, welche größer sind als das Objekt und welche mit sich schneidenden optischen Achsen aufgenommen worden sind. Diese Stereogramme haben ihr besonderes, was sie von denen mit in der Ebene liegenden Bildhälften unterscheidet.

Von manchen Seiten wurde angenommen, daß dies die Entstehung eines richtigen Bildes verhindere. Diese Annahme war irrig, und beruhte auf mangelnder Sachkenntnis.

Die Bildung eines orthomorphen Bildes ist vielmehr hier gerade so einfach wie bei jenen. Die Schwierigkeiten einer strengen Einhaltung der Bedingungen für die Orthomorphie sind gerade so groß, und diese ist wie dort im gewöhnlichen Gebrauch nicht notwendig, außer wenn man stereoskopische Messungen in dem Raumbilde vornehmen will.

Grobe Abweichungen machen sich dagegen als Verzerrungen geltend, welche den meisten nur als Veränderungen der Bildtiefe erscheinen.

Ich will daher die für die Orthomorphie notwendigen Vorbedingungen kurz besprechen.

Das einfachste Beispiel bringt die gependelte Kamera mit einer Linse von 65 mm Brennweite bei Einstellung der Balglänge auf die doppelte Brennweite, also 130 mm. Der Abstand der Mittelpunkte beider Platten voneinander betrug, bei der Aufnahme derselben vom Kreuzungspunkt der optischen Achsen 260 mm. Der Abstand der beiden Knotenpunkte, die Basis β, mithin 3,25 cm. Das Raumbild muß 260 mm vom Auge des Beschauers entfernt liegen und doppelt so groß sein wie das Objekt. Die Stereogramme müssen mithin auf die doppelte Vergrößerung gebracht werden.

[1] Der Punkt der Bildfläche, jederseits, welcher von der optischen Achse senkrecht geschnitten wird, heißt der Fußpunkt. Bei der gependelten Kamera fällt er auf die Bildmitte. Bei den stereoskopischen Aufnahmen mit Verschiebung ist er jederseits um die Strecke $\frac{fr}{2}$ zur Seite gerückt.

Dies kann man auf verschiedenen Wegen erreichen; entweder durch die Vorschaltung von Linsen bei der Betrachtung, oder durch die photographische Vergrößerung und Betrachtung des Bildes mit dem bloßen Auge.

Die Brennweite der Linse, welche angewandt werden muß, beträgt 42,25 cm, hat also rund +2,5 D.

Mit zweien dieser Linsen müssen die Bilder im Abstande von 130 mm betrachtet werden, um bei einer Accamodation des Auges auf 260 mm scharf gesehen zu werden.

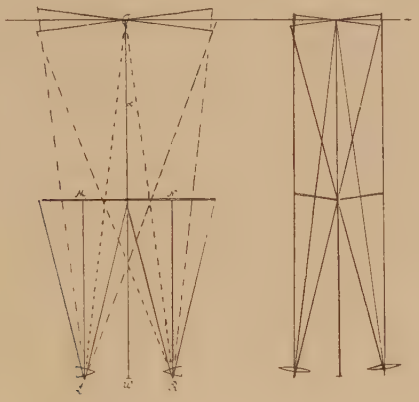

Fig. 13. Fig. 12.

Die beiden Stereogrammhälften dürfen dabei aber, wie Fig. 12 ergibt, eine Breite von je 3,25 cm nicht überschreiten und müssen einen Winkel von 2 R–14° 15′ miteinander bilden — wenn die beiden Linsen die Sehlinien zentral durchlassen sollen.

Die Stereogramme haben aber nun einmal eine Mindestbreite von 6×6 Zentimeter. Die zweite mögliche und erst praktisch verwertbare Lösung ist daher die Herstellung des Winkels O R N und O L M (Fig. 13) nach dem Prinzip des Brewsterschen Stereoskops. Die Linse wird dabei exzentrisch angewandt und erhält dadurch gleichzeitig eine Prismenwirkung. Die Exzentrizität ist $E = f. \operatorname{tang} \alpha$. In unserem Beispiele beträgt sie 5,28 cm.

Ein sehr gutes Mittel, sich der Orthomorphie möglichst anzunähern, ist also das am meisten verbreitete gewöhnliche amerikanische Handstereoskop. Wesentlich ist nur dabei, daß die Stereogramme auch wirklich dem Auge genügend genähert werden, in unserem Beispiele auf 130 mm. Meist ist die Brennweite der Linse in diesen Stereoskopen des Handels aber zu groß, um dabei das

Stereogramm bequem sehen zu können. Es wird dann weiter entfernt und erhält dadurch „eine zu große Tiefe“. Nur in der Jugend, bei großer Akkommodationsbreite, oder bei Kurzsichtigkeit bietet sich daher in dem amerikanischen Stereoskop ein wirklich ausgezeichnetes Betrachtungsmittel für Stereogramme mit sich schneidenden optischen Achsen. Auch der Alterssichtige kann sich diesen Vorteil dadurch zunutze machen, daß er seine Alterssichtigkeit voll oder überkorrigiert durch Konvexgläser. Daß bei einer Exzentrizität von E = 5,2 cm schon durch die Prismenwirkung eine erhebliche Zerlegung des Lichtes stattfindet, wird nur dem Kundigen an seinen Farbenrändern, an scharfen Kanten usw. auffallen, aber auch ihn nicht weiter stören.

Praktisch ist die Winkelwirkung und Konvergenz doch von sehr geringer Bedeutung gegenüber der Einhaltung des richtigen Abstandes des Stereogrammes vom Auge. Am besten erreicht dies der Geübte durch Betrachtung mit parallelen Sehlinien, Einstellung der Akkomodation auf unendliche oder annähernd unendliche Ferne, und Benutzung der Linsen, welche das Bild so ohne Akkomodation scharf einstellen. Dies führt zur einfachen Stereoskopbrille mit Linsen von +5 D, bei weitem dem einfachsten und besten Hilfsmittel auf welches ich hier noch etwas näher eingehe. Genau genommen müßte die Linse je nach der Größe b, der Bildweite, welche bei den verschiedenen Linsenpaaren beträchtliche Größenunterschiede hat und zwischen 153 und 210 mm schwankt, genau gerichtet werden. Im Gebrauch leistet aber ein Linsenpaar mit 5 Dioptrien alles. Die Konvex-Konkav-Linsen sind die besten. Die schönsten Bilder geben natürlich die Veranten.

Eine einfache Brille, wie man sie für eine Hypermetropie von +5 D für die Nähe verschreiben würde, leistet aber alles wünschenswerte.

Blickt man mit dieser Brille ruhig in die Ferne, so sieht man wie ein Kurzsichtiger die Gegenstände, nicht scharf. Schiebt man von unten her im Abstande von etwa 20 cm das Stereogramm vor die Augen, während man die Augen unverrückt geradeaus stehen läßt, so taucht das körperliche Bild des Objektes in ausgezeichneter Schärfe und Schönheit vor dem Auge auf, und wenn der Abstand stimmt, auch vollkommen formenrichtig. Geringe Abweichungen sind dabei belanglos und werden nur dem sehr Geübten überhaupt bemerkbar. Nachzuweisen sind sie nur im Stereoplanigraphen bei der stereoskopischen Messung (v. u.).

Der Ungeübte kann sich das Zustandekommen des richtigen Eindruckes dadurch erleichtern, daß er vor die Nase, zwischen diese und die Grenze der beiden Stereogrammhälften, am besten ein schwarzes Kartenblatt hält, und dadurch dem linken Auge die rechte Bildhälfte und umgekehrt verbirgt. Aber ein gelungener Versuch genügt, um ihm dies entbehrlich zu machen. Er sieht dann drei Bilder, von denen ist das mittlere körperlich; auf die anderen beiden lernt er nicht zu achten, sie psychisch zu eliminieren. Dadurch gewinnt die Brille gegenüber allen anderen Stereoskopen die vollkommene Unabhängigkeit von der Form des Stereogramms. Mag dasselbe sich nun auf einem der üblichen Kartons von etwa 10 : 18 befinden, oder kleiner oder größer sein, oder fest auf der Seite eines Buches stehen ohne herausgenommen werden zu können — mit der Brille kann man es gleichgut betrachten, wenn die Breite der Bildhälfte 65 mm nicht überschreitet.

II. Die Orthomorphie mit Spiegeln.

Die Stereogramme mit parallelen optischen Achsen.

Die Bedingungen für die Orthomorphie sind bei ihnen ein wenig andere. Auch hier muß bei der Betrachtung jederseits das Bild so gestellt werden, daß sich der vordere Knotenpunkt des Auges an der Stelle des hinteren Knotenpunktes des Linsensystems bei der Aufnahme befindet. Die optischen Achsen gehen hier aber nicht senkrecht durch die Mittelpunkte der Bildflächen, wie bei sich kreuzenden optischen Achsen, sondern sie sind seitlich verschoben, bei der Aufnahme nach innen, im kopierten und ausgewechselten Stereogramm nach außen. Die Größe um welche sie verschoben werden, wurde in dem vorhergehenden Abschnitte mit $\frac{fr}{2}$ bezeichnet. Diese Größe wird in der Tabelle D durch Format (R), Gegenstandsweite (g) und Standlinie (β) bestimmt. In der Tabelle E bei gleichbleibendem Format (R) und Gegenstandsweite durch die Standlinie β allein, und bei verschiedener Gegenstandsweite auch von dieser. Da, wo die optische Achse die Bildebene schneidet, liegt der Fußpunkt. Befindet sich der Gegenstand in unendlicher Entfernung, so fällt die Bildmitte mit dem Fußpunkt zusammen. Bei allen Aufnahmen in endlicher Entfernung sind in den zum Stereogramm vereinigten Kopien die Fußpunkte weiter voneinander entfernt als die Mittelpunkte und zwar um die Größe fr.

In der Stereoröntgenographie werden die Fußpunkte durch Metallmarken bei der Aufnahme ein für allemal bezeichnet. Hier liegen die Verhältnisse sehr einfach dadurch, daß die Röntgenogramme durchsichtig sind. Diese Art der Markierung ist bei der Linsenphotographie nicht zweckmäßig. Die Fußpunkte müssen daher an der Unterseite des Stereogramms angegeben sein[1].

Für das Stereogramm (Fig. 14) sind alle auch für die richtige Betrachtung notwendigen Größen aus der Tabelle E 11. V. zu ersehen. Nur ist es für die Wiedergabe in der Zeitschrift etwas zurecht gemacht. Die Breite ist möglichst verringert durch Fortnahme der nicht von dem Apparate eingenommenen Teile; dadurch war es möglich auf das Format 8 : 16 zu kommen, welches bei Landschaftsstereogrammen eben noch in einem amerikanischen Stereoskop betrachtet werden kann.

Es bedurfte also keiner Verkleinerung. So gelingt es wenigstens die wesentliche Wirkung, welche es zeigen soll, allen leicht zugängig zu machen, welche stereoskopisch sehen können — das ist die erhöhte Plastik. Es hat die Basis 32,5 cm und damit also das fünffache der körperlichen Wirkung, oder man kann es auch so ausdrücken:

Man sieht ein fünfmal verkleinertes Modell in 60 cm Entfernung, oder man erblickt das Objekt so wie ein Riese von der fünffachen Körpergröße. Wer diese erhöhte Plastik bei dem leicht zu beurteilenden Bilde auf sich hat wirken lassen, wird sich der Überzeugung nicht verschließen können, daß sie auch für anatomische und chirurgische Objekte von dem größten Wert ist. Sie gewinnt aber noch ganz erheblich, wenn man nicht an ein so kleines Format gebunden ist. Könnte man z. B. statt der kleinen auf einem Blatt zusammengeklebten Bildhälften zwei große Bilder 13:8 oder gar 18:24, welche allein schon viel mehr hergeben, zu einem Stereogramm vereinigen, so müßte das natürlich von noch sehr viel größerem Vorteil sein. Allein dies ist nicht ohne weiteres möglich.

Die beiden großen Bilder kann man nicht mit einem einfachen Linsenstereoskop zur Vereinigung bringen. Dazu bedarf es besonderer Stereoskope.

---

[1] Oder wenn etwa eine Höhenverschiebung stattgefunden haben sollte, auch an der rechten oder linken Seite.

Fig. 11.

A. Das Pulfrische 4 Spiegel-Stereoskop.
(Zeitschr. f. Instrumenten-Kunde XXXII. 1912.)

Es ist das erste Instrument, welches einer richtigen Stereoskopie bei großen Photogrammen voll gerecht wird.

Die Form und Anordnung des Ganzen geht aus den Abbildungen 15 und 16 hervor. Der Strahlengang ist aus dem beigefügten Schema (Abb. 15) ersichtlich. Ich bemerke dazu folgendes:

Wird das Stereoskop für Bilder aus endlicher Entfernung benutzt, welche bei der Aufnahme so ausgerichtet sind, daß die optischen Achsen um die Strecke $\frac{fr}{2}$ gegen die Mitte der Platte verschoben wurden, so entspricht die Bildbreite den in das Schema

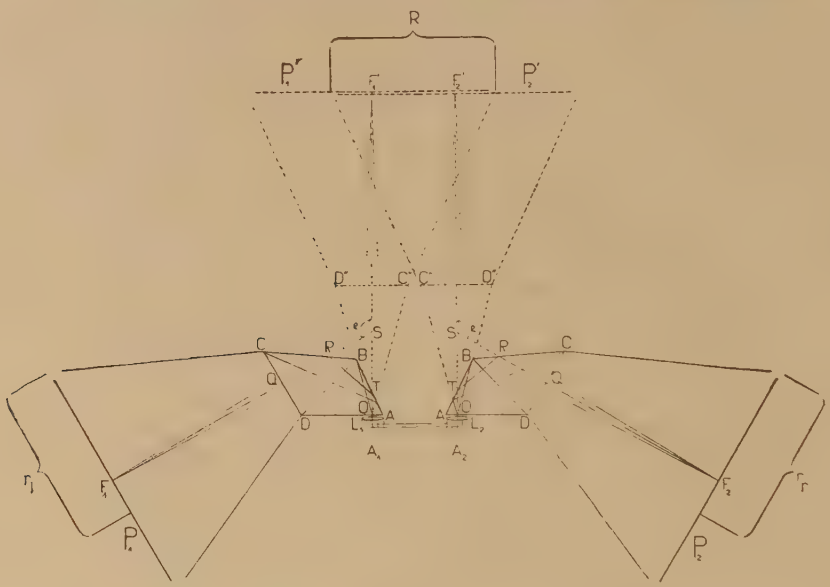

Fig. 15.

des Strahlenganges von mir eingefügten Klammern. Die Bilder müssen also auf den Holzwangen R und L (Fig. 16) so ausgerichtet werden, daß die optische Achse, der Fußpunkt, in die Mittellinie gestellt wird, und zwar in der durch die Tabelle D und E angegebenen Entfernung für die Bildweite. Die beigegebenen Holzwangen erlauben Bildweiten von 10—20 cm einzustellen. Man kann noch eine Verlängerung bis 40 cm beziehen. Besser läßt man sich längere Holzwangen anfertigen, wenn man größere Abstände braucht. Die Bildhälften des Stereogramms (Abb. 14) müßten also auf 15,78 cm eingestellt werden, auf die Rinne unter 2. Die Linse, mit welcher die Bilder zu betrachten wären, ergäbe genau die oben genannte Formel. Praktisch genügt es, wenn man die

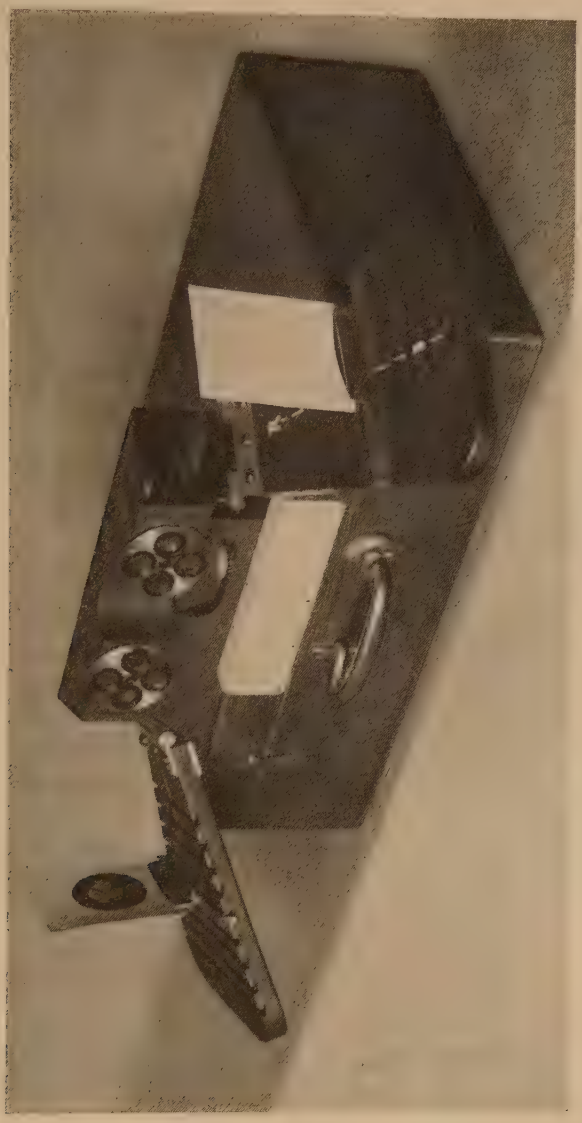

Fig. 16.

Linse des Revolvers wählt, welche eine größere Brennweite hat, als für die Einstellung des Bildes auf unendliche Entfernung nötig ist. Bilder zwischen 2 und 3 besieht man mit Linse 3, Bilder zwischen 1 und 2 mit Linse 2.

Auch die Stereogramme, welche mit gependelter Kamera oder mit zwei Kameras nebeneinander, deren optische Achsen sich schnei-

den[1], aufgenommen wurden, können im Pulfrichschen Stereoskop gesehen werden, aber nur unter folgenden Bedingungen:

1. Der vordere Knotenpunkt des Auges muß sich an dem Orte finden, an welchem bei der Aufnahme der hintere Knotenpunkt des Linsensystems lag.

2. Die beiden Sehlinien müssen bei der Fixierung der Bildmitte den gleichen Winkel miteinander bilden wie die optischen Achsen der Linsen bei der Aufnahme. Die Bildebene muß jederseits senkrecht zu dieser Linie stehen. Dies wird dann erreicht, wenn die Bildmitte nicht auf den weißen Strich der Holzwangen gestellt wird, sondern um eine bestimmte Strecke, welche etwa mit $\frac{fr}{2}$ der Aufnahmen mit parallelen optischen Achsen übereinstimmt, vom Beschauer weggerückt wird, und wenn die Bildebene jetzt so gedreht wird, daß die Sehlinie jederseits senkrecht auf ihr steht. Es lassen sich natürlich auch hierfür Maße für jede Linse usw. tabellarisch zusammenstellen.

Man braucht für die Anwendung dieser Grundsätze ein kleines Zwischenstück, welches in Fig. 16 wiedergegeben ist. Dieses wird in der Entfernung der Bildweite in die Holzwange R und L eingesetzt. Mit seiner Hilfe kann dem in diesem Zwischenstück eingesetzte Bild die nötige seitliche Verschiebung und Drehung gegeben werden.

Das Pulfrichsche Stereoskop ist ein Hilfsmittel von außerordentlichem Wert, welches stereoskopische Bilder von wunderbarer Schönheit bei allen Formaten liefert.

Es ist mir ein ebenso unentbehrliches Instrument geworden, wie der stereoskopische Aufnahmeapparat.

Weit mehr noch als durch die Betrachtung der aufgeklebten Kopien gewinnt man durch Diapositive. Für Stereoröntgenogramme und Verkleinerungen derselben gibt es kein anderes Stereoskop, welches gleich schöne und optisch vollendete Bilder

[1] M. v. Rohr (Die binokularen Instrumente. Berlin 1907. S. 186) stellte gemeinsam mit S. Köhler für die Bilder der kleinen Stereoskopkamera ein orthomorphes Zweispiegelstereoskop her. Dieses liefert vorzügliche Bilder, ist aber, wie auch Braus (das neue orthomorphe Stereoskop von v. Rohr u. Köhler und seine Anwendung in der Rekonstruktionstechnik Zschr. für wissenschaftl. Mikroskopie und für mikroskopische Technik, Bd. XXV. 1908. S. 282—287) ausführt, zu schwierig zu handhaben, um mehr als in besonderen Fällen gebraucht zu werden. Vergl. auch unten bei stereogrammetrischer Messung.

liefert! Das höchste des künstlerischen Genusses und der wissenschaftlichen Vollendung in der Stereoskopie wird aber durch die orthomorphe Betrachtung stereoskopischer Aufnahmen in natürlichen Farben mit Lumière- oder Agfa-Platten erreicht!

Auch diesem Zweck dient das Pulfrichsche Stereoskop in vollendeter Weise. Man bedarf dafür aber einer Zusatzeinrichtung, welche eine starke und gleichmäßige Durchleuchtung der Farbenplatten gestattet.

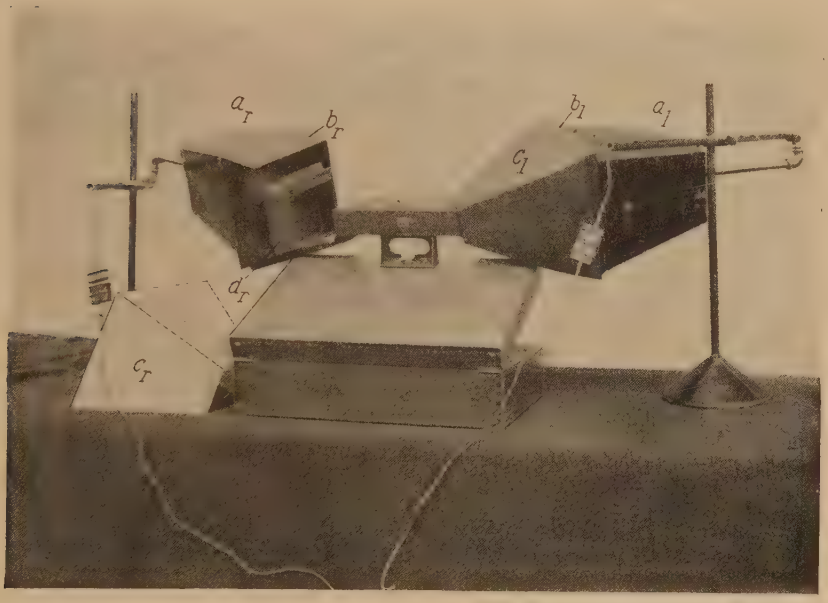

Fig. 17.

Fig. 17 stellt diese Einrichtung dar. Es bedarf nur weniger Erläuterungen.

Auf den Seiten des Stereoskops befinden sich die Reflektoren a_l und a_r, welche je nach der Lage des Bildes verstellbar sind und lichtdicht an die beiden großen Holzrahmen b_r und b_l angeschlossen werden können. Diese sind für die Formate 13 : 18 und 10 : 15 bestimmt und können je nach der Bildweite und den Fußpunkten bei drei oder zwischen 2 und 3 eingeschoben werden. Sie enthalten eine blaue Mattscheibe. Vor ihr werden die Diapositive eingesetzt. Von diesen Holzrahmen bis zu dem Prisma verdeckt die Hülle c den Lichtweg und verhindert es, daß das

Auge durch den Schein des Bildes und durch Reflexe gestört wird. Für kleinere Formate, 9 : 12 und darunter bedarf es eines besonderen kleineren Rahmens, d_r. Der große Rahmen bleibt dann leer. Der kleine Rahmen wird je nach der Bildweite verrückt.

Beeinträchtigt wird diese Anordnung nur dadurch, daß der Wechsel der Platten mühsam und langwierig ist. Es wird dies

Fig. 18.

auch kaum auf eine andere Weise wesentlich zu bessern sein. Diese Schwierigkeit haben alle Stereoskope mit aufrechtstehenden Platten gemeinsam.

Gerade das Studium der Diapositive — namentlich der Röntgenogramme — erfordert aber einen schnellen Wechsel, vor allem den Austausch oder die Umdrehung der beiden Seiten.

B. Dies führte zum Einspiegelstereoskop mit Doppelspiegel. Fig. 18 stellt ein solches dar, Fig. 19 den zugehörigen Strahlengang bei Aufnahmen mit konvergenten optischen Achsen. Ein runder Fuß trägt ein Kugelgelenk, mit welchem ein nach dem Bilde zu breiter, nach den Augen zu verschmälerter Spiegel ange-

bracht ist. An dem Rahmen desselben ist die Stirnblende angesetzt, mit den etwa notwendigen Linsen. Dieser Rahmen ist um eine senkrechte Achse so beweglich, daß er nach rechts oder nach links gewippt werden kann. Der Spiegel ist nach beiden Seiten belegt. Man kann also die Stirnblende so stellen, daß man das einemal mit dem linken Auge das linke Teilbild un-

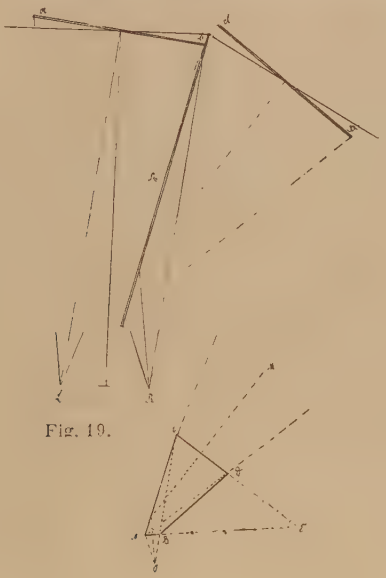

Fig. 19.

Fig. 20.

mittelbar, das rechte gespiegelt sieht (Fig. 18), oder daß man die Stirnblende nach links wippt, und mit dem linken Auge in dem Spiegel die linke Bildhälfte erblickt, mit dem rechten Auge die rechte Bildhälfte unmittelbar sieht. Eine der beiden Bildhälften ist also immer ein Spiegelbild, sie muß umgedreht eingelegt werden. Dieser Wechsel bringt für Stereoröntgenogramme einen Vorteil von außerordentlicher Bedeutung. Man sieht bei der ersten Stellung das orthomorphe, bei der zweiten das pseudomorphe Bild, zuerst das Objekt orthomorph von vorn, dann pseudomorph von hinten. Für die Erkennung feiner Niveauunterschiede ist dieser schnelle Wechsel, den man sonst nur durch das Umdrehen der Platten an ihrem Ort von rechts nach links erreichen kann, von großem Vorteil. Die Bedingungen der Orthomorphie kann man mit diesem Stereoskop in den Grenzen des notwendigen für alle

Bildweiten und Standlinien erfüllen. Es erwies sich als ein ausgezeichnetes Hilfsmittel. Optisch hat es den Nachteil aller Spiegelstereoskope, bei welchen Amalgamspiegel verwandt werden, das lichtschwache Doppelbild. Bei den Stereoröntgenogrammen störte dies kaum, bei Photographien fällt dieser Fehler sehr unangenehm auf. Bei ihnen braucht man ferner nicht den Wechsel zwischen pseudomorphen und orthomorphen Bildern, weil die Bilder ja undurchsichtige Gegenstände darstellen.

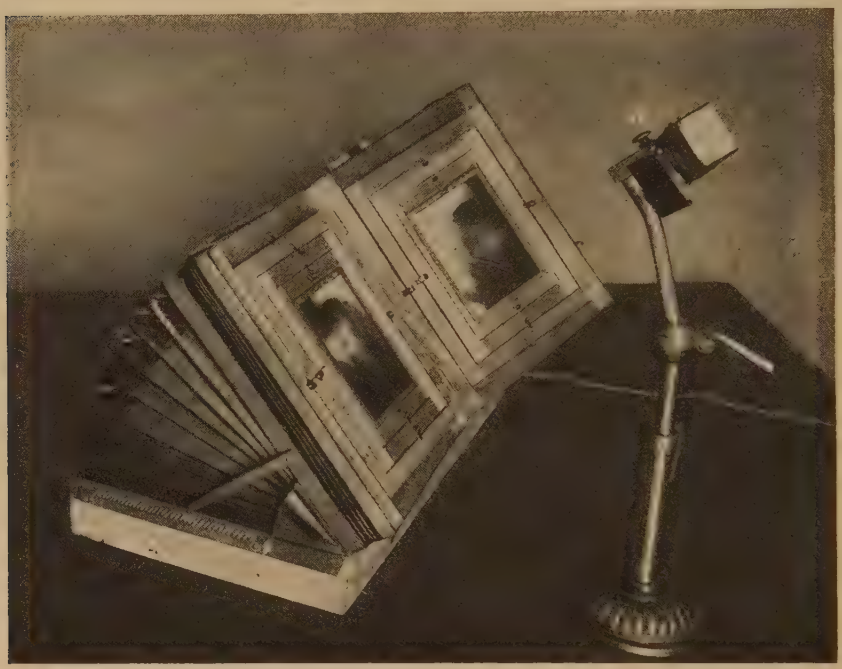

Fig. 21.

Ich habe daher in dem Einspiegelstereoskop für Diapositive von undurchsichtigen Gegenständen den rechten Spiegel durch ein Prisma von der Form A B C D, Fig. 20, ersetzt. Die spiegelnde Fläche A C liegt innen. Der Mittelstrahl M tritt senkrecht in das Prisma ein und aus. Die Ablenkung der seitlichen Strahlen nach dem und von dem Lot beim Ein- und Austritt aus dem Prisma, ist in dem Schema nicht wiedergegeben.

Fig. 21 und 22 stellen dieses Instrument dar. Es ist eine Aufnahme mit sich schneidenden optischen Achsen eingelegt. Die Bild-

halter des Beleuchtungskastens haben daher die dem Strahlenschema (Fig. 19) entsprechenden Winkel erhalten. Bei Aufnahmen mit parallelen optischen Achsen ist der Winkel ein etwas anderer, gerade ebenso wie bei Stereoröntgenogrammen. Ich habe dies in der oben zitierten kleinen Abhandlung (Dt. med. Woch., 1916, 52)

Fig. 22.

dargestellt. Die Orthomorphie ist natürlich auch mit dem Prisma ebensogut zu erreichen wie mit einem Amalgamspiegel. Nur muß das rechte Bild ein wenig mehr nach rechts gerückt werden. Das Prisma ist um seine Spitze am Auge mit Hilfe der Stellschraube a (Fig. 21) drehbar, sodaß auch die verschiedenen Grade der Konvergenz mit ihm eingestellt werden können. Dieses Stereoskop ist frei von dem Doppelbilde und liefert optisch ebenso vollendete Bilder, wie das Pulfrichsche Stereoskop. Es hat für Diapositive, Röntgenogramme und Farbenbilder den großen Vorzug, daß der

Wechsel der Platten ein sehr einfacher und schneller ist, da sie nur an ihren Platz gelegt zu werden brauchen. Die Befestigung durch Haken ist nicht erforderlich. Den Lichtkasten kann man auch sehr bequem mit gekreuzten optischen Achsen benützen, wie den in der Röntgentechnik von Albers-Schönberg 5. Auflage dargestellten Klapprahmen. Dann braucht man gar kein Stereoskop.

Die Lage der beiden Bilder zueinander ist wie die Seiten des aufgeschlagenen Buches. Man kann mit dem Einspiegelstereoskop daher auch Stereogrammhälften vereinigen, von denen jede auf einer der gegenüberliegenden Seiten eines Buches dargestellt ist. Nur muß die durch das Prisma betrachtete Hälfte natürlich zum Spiegelbild umgedreht sein. Für anatomische Bilder gewinnt dies den großen Vorteil der bildlichen Darstellung beider Seiten, der rechten und linken nebeneinander.

3. Die Messung der Stereogramme.

a) mit sich kreuzenden optischen Achsen.

Jedes richtig aufgenommene Stereogramm ist in den drei Richtungen, Länge, Breite und Tiefe des Raumes, auszumessen. Bei parallelen optischen Achsen — wenn also die beiden Bildhälften in einer Ebene liegen — und bei gleicher Bildweite auf beiden Seiten ist die Messung dadurch sehr vereinfacht, daß alle Punkte gleicher Parallaxe in einer Ebene liegen. Sie sind daher sehr leicht mit dem Vierspiegelstereoskop, dem Stereokomparator Pulfrichs, auszumessen. Bei sich kreuzenden optischen Achsen liegen die Punkte gleicher Parallaxe, wenn die Bildweite auf beiden Seiten die gleiche ist, auf Zylindermänteln mit elleptischen Querschnitt. Nur die Punkte mit der Parallaxe 0 liegen auf einem Zylindermantel mit kreisförmigem Querschnitt (Fig. 23). Die Ausmessung und topographische Punktbestimmungen, die Voraussetzung für jede genaue Maßbestimmung am Objekt, greift dadurch auf das Gebiet der höheren Mathematik über, welches im allgemeinen nur dem Physiker und Mathematiker zugängig ist. Und auch für ihn steht der Gewinn der absoluten Genauigkeit des Maßes in keinem Verhältnis zu der Mühe. Nicht den gleichen Grad der Genauigkeit erreicht die Visierung, sie ist dafür aber umso vielseitiger in ihrer Anwendbarkeit. Man kann ganz allgemein sagen:

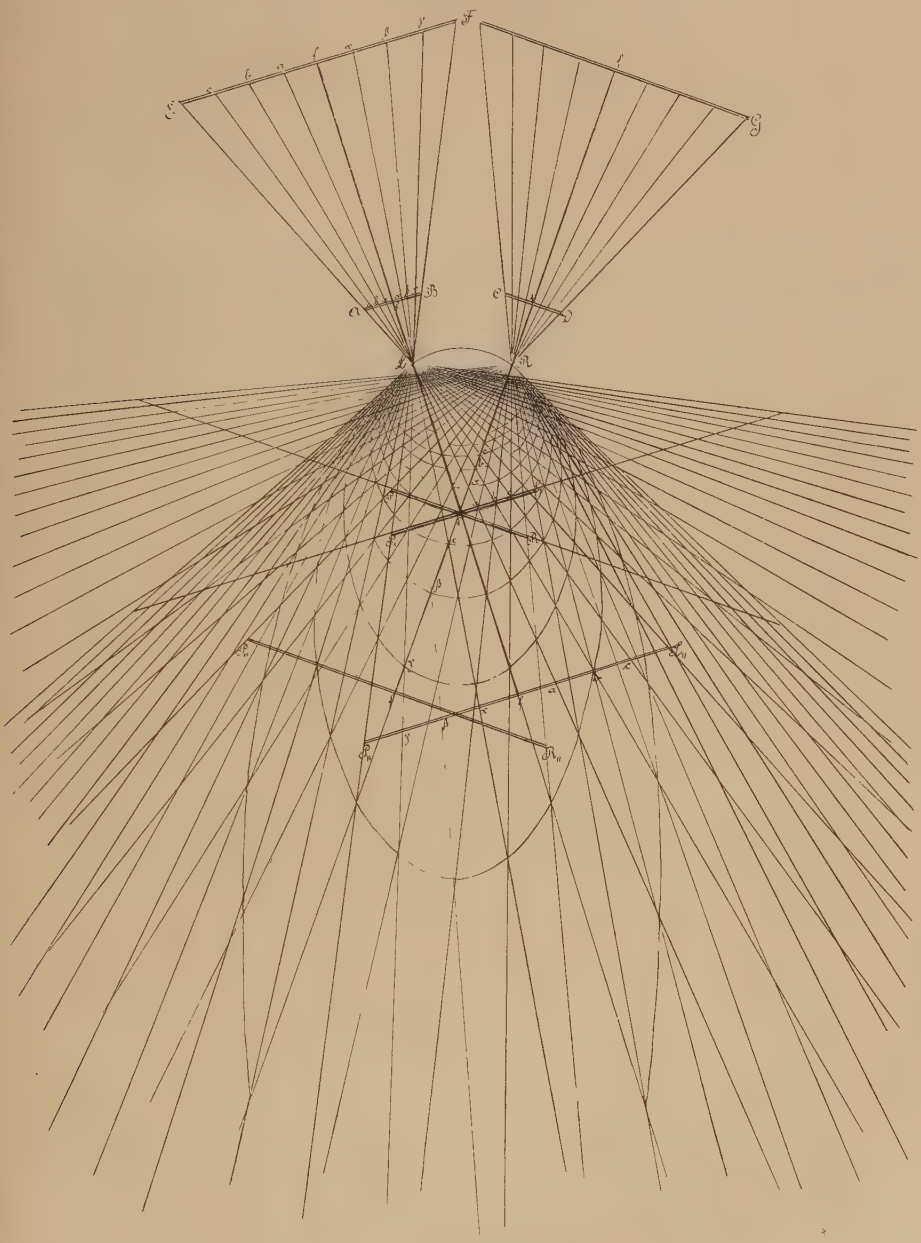

Fig. 23.

Jedes orthomorphe Bild läßt sich auch visieren und mit Hilfe der wandernden Marke rekonstruieren. Das dazu nötige Instru-

ment ist der Stereoplanigraph (Abb. 24). Er ist ein Zweispiegelstereoskop mit halbdurchsichtigen Spiegeln.

Als solche kann man entweder Deckgläschen benutzen oder ein halbdurchsichtiges Würfelpaar. Das letztere ist optisch natürlich ungleich vollkommener. Man kommt aber mit Deckgläschen aus.

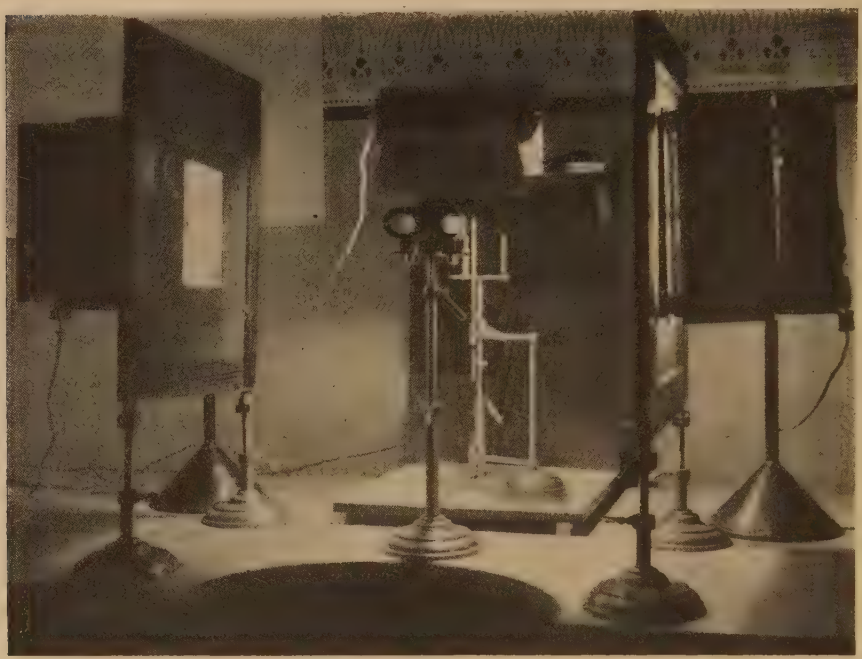

Fig. 24.

Der Strahlengang für sich am Objekt kreuzende optische Achsen ergibt sich aus Abb. 25, die von den beiden Bildhälften Pl und Pr herrührenden Bilder werden in den beiden Spiegeln Sp_l und Sp_r gespiegelt, müssen daher selbst Spiegelbilder sein[1], bei der Vergrößerung in solche umgewandelt werden, oder man erhält als Raumbild bei P ein Spiegelbild, das man natürlich ebensogut ausmessen kann. Die Messung des Spiegelbildes empfiehlt sich bei undurchsichtigen Bildern, Kopien, welche in auffallendem Lichte angesehen werden müssen, mehr, weil man dann die vergrößerten Stereogramme auch in dem Pulfrichschen Stereoskop benutzen kann.

[1] Sind es Diapositive, so brauchen sie natürlich nur umgedreht zu werden.

Sind alle Vorbedingungen richtig erfüllt, so ist das Raumbild ein orthomorphes Bild[1]. Führt man in dieses eine wandernde Marke ein, so kann man dieselbe mit jedem Punkte des Raumbildes zur Deckung bringen, dieses gewissermaßen mit ihr austasten (Fig. 26)[2]. Man kann auch einen Zirkel, also zwei wandernde Marken, oder mehrere benutzen. Die Lage, welche die mit ihnen

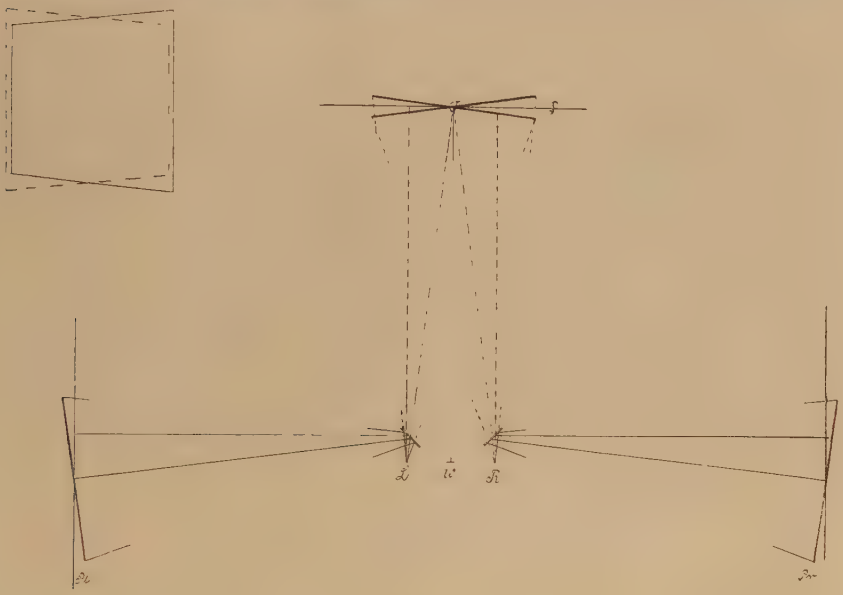

Fig. 25.

eingestellten Punkte zu einander haben, entspricht denen des Objektes. Die Entfernung voneinander entspricht der Vergrößerung. Die Winkel, welche sie miteinander bilden, und welche man auch mit einem Winkelmaß messen kann, sind denen des Objektes gleich. Man kann auch noch andere Meßinstrumente, quadrierte Glastafeln u. a. benutzen. Alle in dem vergrößerten Raumbilde gesehenen Punkte kann man so ohne weiteres mit jedem Maßstabe messen, wie man einen den Händen zugängigen

[1] Oder Spiegelbild.

[2] Das Bild im Stereoplanigraphen wurde durch die Stirnblenden photographiert. Man erblickt drei wandernde Marken. Zwei sind auf die Fußpunkte gerichtet, eine schwebt in dem Raumbild. Die Einstellung ist nicht absolut genau, weil es sehr schwierig ist den vorderen Knotenpunkt der Kamera an das Projektionszentrum zu bringen.

Körper mißt. Bringt man unter der wandernden Marke einen Stift an und stellt sie selbst auf ein Zeichenbrett, so kann man von jedem Punkte Breite, Länge und Tiefe markieren und feststellen, welche von ihnen auf einem Querschnitt und Längsschnitt liegen, ja diesen unmittelbar zeichnen. Der Stereoplanigraph ist dadurch ein Meßinstrument für Stereogramme von außerordentlicher Vielseitigkeit der Anwendung und auch großer für den praktischen

Fig. 26.

Gebrauch jedenfalls ausreichender Genauigkeit, wenn bestimmte Vorbedingungen für das Zustandekommen eines orthomorphen Bildes erfüllt werden. Diese sind:

1. Der Pupillenabstand des Untersuchers muß genau gemessen sein.

2. Die Basis des Stereogramms muß mit diesem in Übereinstimmung gebracht werden. Die Vergrößerung des Stereogramms für den Stereoplanigraphen aus dem Original muß also

$$V = \frac{O \cdot \pi}{\beta}$$

sein, worin V die Vergrößerung, O die Größe des Originals, π der Pupillenabstand des Untersuchers und ß die Standlinie, Basis des Originals ist.

Wird für π der Durchschnittswert von 65 mm gewählt, und stimmt der Augenabstand des Untersuchers damit nicht überein, so müssen alle gefundenen Maße in die Formel

$$m = \frac{M \cdot \beta}{\pi}$$

eingesetzt werden, nachdem das Raumbild auf den Augenabstand des Untersuchers eingestellt worden ist.

3. Dementsprechend muß die Bildweite der Vergrößerung die Entfernung der Bildebene vom Projektionszentrum, genau berechnet sein. Die Bildweite muß mit der Entfernung des Drehungsmittelpunktes der Augen von den Vergrößerungen in Übereinstimmung gebracht werden.

4. Die Bildhälften müssen, wie aus der Abbildung 25 hervorgeht, um ihre halbe Basis nach dem Rücken des Untersuchers zu verschoben und um den Winkel α gedreht werden.

Der beste Prüfstein für die richtige Einhaltung dieser 4 Bedingungen ist das Mitphotographieren eines Breiten- und Tiefenmaßstabes. Ich benutze dazu kleine Metallwinkel von 2 cm Länge, 1 cm Breite und 1 cm Höhe und einen gleichen halbsogroßen (Abb. 2 auf der Handstütze). Auf dem langen Schenkel ist ein Millimetermaß eingeritzt.

Das Raumbild dieses Maßstabes muß vergrößert genau dem Originale entsprechen, im Winkel gleich sein, dann ist das Raumbild richtig eingestellt. Aus ihm ergibt sich auch unmittelbar seine Vergrößerung. Wer auf die Nähe von 26 oder 24 cm nicht mehr akkomodieren kann, muß eine Konvexlinse vorschalten. Dadurch wird das Projektionszentrum verlegt, von der Bildebene entfernt. Die Platten müssen daher angenähert werden bis das Maßstabbild wieder die richtige Form erhält.

b) Die Messung der Stereogramme mit parallelen optischen Achsen.

Meist kann man besser am Objekt selbst messen. Aber es wäre ja doch denkbar, daß das Objekt nach der photographischen Aufnahme zerstückelt werden mußte und, daß sich dann nachträglich ergab, daß noch weitere Maße erforderlich waren.

Die Stereogrammhälften sind dann auf die Größe 1 : 1 des Originals oder bei vergrößerter Standlinie auf die Größe seines Modells zu bringen. Die weitere Behandlung im Stereoplanigraphen entspricht vollkommen der der Stereoröntgenogramme, und ich kann daher auf meine Beschreibung (D.M.W. 1907. 11) und Röntgentechnik von Albers Schönberg 5. Aufl. 1919 verweisen. Einen Unterschied macht allein, daß die Fußpunkte der Stereoröntgenogramme in diesen selbst, die der Photogramme an ihrer unteren Seite markiert sind.

Auch bei den Stereophotogrammen mit parallelen optischen Achsen ist es zu empfehlen, ein Breiten- und Tiefenmaß mit zu photographieren. Dies erleichtert die genaue Einstellung im Stereoplanigraphen sehr.

Trendelenburg (Firma Leitz, Wetzlar) und Pulfrich (Zeißwerk, Jena) haben während des Krieges ausgezeichnete Instrumente für Stereoröntgenogrammetrie angegeben, welche sich auch für die Ausmessung der Vergrößerungen von Photogrammen eignen.

Solche Messungen sind sicher sehr selten notwendig, öfter bei embryologischen und zoologischen Objekten, als bei den topographisch anatomischen Bildern.

Ich habe die Messung aber der Vollständigkeit der Methode wegen mitbehandelt.

Ein besonderer Fall ist die Messung der Symphanien Eijkmanns (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, 1909 und 1913). Sie entstehen dadurch, daß auf ein verkleinertes Stereoröntgenogramm ein Oberflächenstereophotogramm gedeckt wird, sodaß beide auch im Raumbild genau zusammenfallen. Ich habe (Röntgentechnik von Albers-Schönerg, 4. Aufl., 1918, Kapitel 29) die Symphanien so eingerichtet, daß die Stereophotogramme dieselbe Vergrößerung erhielten wie die Originale der Stereoröntgenogramme. Für die Messung verlegt man den Bildrahmen R am tiefsten in die Plattenebene der Stereoröntgenogramme, also das Objekt gerade davor oder darüber. Die optischen Achsen müssen mit den Hauptstrahlen zusammenfallen. Die Fußpunkte müssen sich genau decken. Die Bildweite der Stereophotogramme muß gleich dem Phokalabstande der Stereoröntgenogramme sein.

4. Das Anlegen der Stereogramme mit Lasurfarben.

Die körperliche Wirkung der Stereogramme von anatomischen Objekten ist eine wunderbare. Sie erleichtert die Auffassung des Objektes außerordentlich, um so mehr, je besser die vorstehenden Bedingungen der Orthomorphie eingehalten werden.

Trotzdem ist es für das Gedächtnis schwierig, alles das festzuhalten, was an Feinheiten des Bildes nicht ohne weiteres an der Form und Lage seiner Natur noch kenntlich ist. Anfangs erscheint es dem Untersucher kaum denkbar, daß er über Dinge, die er im Präparate dargestellt hat, selbst nach Jahren im Zweifel sein könnte, wenn er sie im nichtfertigen Stereogramme wiedersieht.

Aber die Erfahrung belehrt ihn anders. Ob ein feiner Strang ein Gefäß, ein Nerv oder ein Lymphgefäß war, Dinge, welche man im Präparat mit der feinen Pinzette berühren und bewegen und daher leicht immer wieder bestimmen kann, darüber gibt das Photogramm keine Auskunft mehr, wenn das Gedächtnis versagt. Und wie bald dies der Fall ist, erfährt man leider zu oft, bis man sich davor durch die Bezeichnung am Stereogramm selbst sichern lernt.

Man muß sich daran gewöhnen, die Stereogramme farbig anzulegen. Erst dadurch werden sie auch demjenigen verständlich und verwertbar, welcher die Präparate nicht kannte.

Soll dies nun wirklich fein ausgeführt werden, so ist es eine Technik, welche geübt sein will.

Aber um den Zweck zu erreichen, welchen ich eben bezeichnet habe, dazu gehört nicht viel.

Man braucht gute Lasurfarben. Ich benutzte: Hellgelb für Nerven, karmin für Arterien, hellblau für Venen, grün für Lymphgefäße und Drüsen, rosa für Muskeln. Man ist in der Zuhilfenahme weiterer Farben natürlich nicht beschränkt. Man kann jedes Kopierpapier dazu benutzen. Am meisten eignen sich die grauen Platinpapiere. Aber auch mit einfachem Celloidinpapier kommt man aus. Es nimmt die Farben gut an. Leider ist es nicht immer haltbar genug.

Aber zurzeit hatte die Beschaffung anderer Papiere Schwierigkeiten. Das Anlegen ist eine feine Arbeit, für welche meist das bloße Auge nicht ausreicht. Ich habe sie mit +5 D, der gewöhnlichen Stereoskopbrille, ausgeführt. Für besonders feine Stellen benützte ich das Präpariermikroskop mit Ocular 1 und f = 55 mm. Man ist erstaunt darüber, wie liebenswürdig das Auge über kleine Fehler der Farbenauftragung im Stereogramm hinwegsieht, wie roh das ist, was die Hand eintrug, gegenüber der wunderbaren feinen Zeichnung der photographischen Linse. Aber wenn man gute Lasurfarben hat, so macht das nichts. War die Aufnahme gut, so löschen die Gegensätze von Licht und Schatten die Unvollkommenheiten der Farbeneinzeichnung bis zur Unmerklichkeit aus. Nur wenn man die aufgetragene Farbenzeichnung allein zu Gesicht bekommt, bei schrägem Lichtauffall, sieht man erst, wie roh sie ist und wie vorzüglich sie trotzdem im Stereogramm wirkt, in dem es darauf ankommt, an dem körperlich gesehenen Gegenstand seine Natur sofort und ohne Überlegung zu erkennen.

5. Die Verwendung der Ergebnisse der Präparation.

Wird der Erfolg in der Chirurgie mehr durch den aus Kenntnissen und Überlegungen fließenden Entschluß, welchen die Phantasie eingibt, oder durch die Technik verbürgt?

Ein müßiger Streit! Jeder Chirurg weiß, daß er beides braucht.

Es gibt viele typische Operationen, in denen fast nur die Technik eine Rolle spielt und die Erfahrung, die Statistik, schließlich entscheidet, welche Art des Vorgehens die beste ist, wie z. B. die Operation des Leistenbruches, der akuten Appendicitis und vieles andere. Bei ihnen sind die Grenzen, innerhalb welcher die Einzelaufgabe Anforderungen an Beobachtung und Denken stellt, enge. Anders ist es in der Chirurgie der Verletzungen, in erster Linie der Chirurgie der Kriegsverletzungen. Hier steht jeder Fall einzeln da. Jede Aufgabe liegt wieder anders. Sie erforderte mehr, als man sonst gewöhnt ist, die genaue Untersuchung, namentlich dann, wenn das akute Stadium abgelaufen ist oder wenn ein solches mangels einer wesentlichen Infektion fehlte.

Will der Chirurg aus den Trümmern dem Verletzten wieder etwas brauchbares aufbauen, so muß er während der kurzdauernden Operation sich entscheiden können, was verwendbar blieb, und es so an seinen Platz bringen, daß es wieder wirken kann. Oder handelt es sich z. B. um ein Aneurysma der Subclavia, so ist das erste und zunächst wichtigste die Beseitigung der unmittelbaren Lebensgefahr. Aber damit ist die Aufgabe nicht gelöst. Allein die Beurteilung der Frage der Wiederherstellung des Blutkreislaufes, ob eine Unterbindung genügt, ob eine Gefäßnaht ausgeführt oder ob ein Venenstück eingeschaltet werden muß, erfordert Überlegung und schnellen Entschluß. Die Grundlage dafür kann nur dann vorhanden sein, wenn sie sich nicht allein auf die genaue Kenntnis des normalen Kreislaufes und der möglichen Veränderungen durch die vorliegende Verletzung stützt, sondern wenn der Operateur hierfür gewissermaßen gar keines Nachdenkens mehr bedarf. Er sieht die Form der Verletzung und ganz von selbst stellt sich ihm das Bild dafür ein, welche Veränderungen durch sie im Kreislauf bedingt sind. Daraus ergibt sich für ihn der Plan zur Ausnutzung der Bedingungen für eine Wiederherstellung. Zunächst liegen die Verletzungen der Nerven vielleicht unbeachtet daneben. Über sie sich ein vollständiges Bild zu machen ist noch schwieriger. Gelang es nicht, so wurde der günstigste Augenblick für die Wiederherstellung versäumt.

Wer solchen Aufgaben gewachsen sein will, braucht mehr Anatomie, als er aus seinem Studium mitbringen konnte und als ihm der anatomische Atlas geben kann.

Er bedarf der dauernden intensiven Beschäftigung mit der topographischen Anatomie. Sie ist für ihn, was dem Musiker und Klavierkünstler die dauernde Übung der Hand und des Geistes durch Fingerübungen und Theorie bedeutet. Bei der Wiedergabe und Schöpfung eines Kunstwerkes liegen diese Gebiete des täglichen angestrengten Übens tief unter der Schwelle des Bewußtseins, und erst der Künstler, welcher frei über sie gebietet, kann über ihnen das wahrhaft große entfalten, seine Kunst.

In der Chirurgie liegt es ähnlich. Die kurze Spanne der Operation entscheidet. Für sie gilt es, alle Mittel des Wissens, der Technik und der Phantasie zur Verfügung zu haben. Dann kann auch sie ein Kunstwerk werden.

Fortsetzung der Anmerkung von S. 12:

Die von Löwenstein (Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde 1912, XIII. Bd.) beschriebene Stereomikrokamera, dürfte mit der von mir bereits 12 Jahre vorher angegebenen Zeiss'schen Kamera identisch sein. Sowohl das binoculare Mikroskop, wie die kleine Stereokamera habe ich schon in den ersten Jahren vielfach zu Betrachtung und Aufnahme von Korneal-, Horn- und Bindehauterkrankungen verwandt. Das große Stativ, Fig. 3, hat dabei vor dem Czapskischen einen wesentlichen Vorteil voraus, daß man nämlich Betrachtung und Aufnahme bei liegenden Patienten machen kann. Natürlich geht es auch bei vertikaler Körperachse und man hat auch da den Vorteil, viel leichtere Einstellbarkeit wegen der bequemeren Winkelung. Als Lichtquelle benutzte ich für die Momentaufnahme Sonnenlicht, natürlich kann man mit Vorteil auch elektrisches Bogenlicht oder Blitzlicht verwenden, wie ich es bei anderen Aufnahmen vielfach getan habe. Von wesentlicher Bedeutung ist aber die Einstellung unter Benutzung des Brausschen Tubus. Durch ihn wird es möglich, über allen den Objekten genau die Stellen während der Aufnahme ins Auge zu fassen und einzustellen, welche den Mittelpunkt der Aufnahme bilden sollen. Diese Art der Verwendung der kleinen Stereokamera hebt sie bei lebenden Objekten erst aus dem Bereich der Zufallstreffer heraus.

Wenn Löwenstein daher 1912 zum zweitenmal ähnliche Wege eingeschlagen hat, so hat er wenigstens damals doch die wesentlichen Punkte noch nicht erreicht.